

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE INGENIERÍA PESQUERA
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE INGENIERÍA PESQUERA



**“DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE
AGUA (CRA) EN PRODUCTOS DERIVADOS DEL CALAMAR
GIGANTE *Dosidicus gigas* (D'Orbigny 1835)”**

TESIS

PRESENTADA POR:

Br. MANUEL STEEP GUEVARA FRÍAS

**PARA OPTAR EL TÍTULO DE:
INGENIERO PESQUERO**

PIURA, PERÚ

2016

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE INGENIERÍA PESQUERA
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE INGENIERÍA PESQUERA



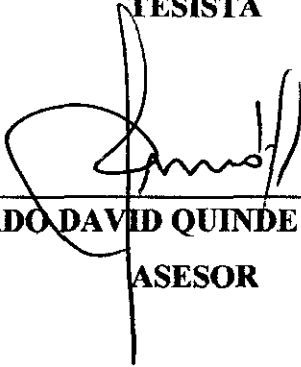
**“DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE
AGUA (CRA) EN PRODUCTOS DERIVADOS DEL CALAMAR
GIGANTE *Dosidicus gigas* (D'Orbigny 1835)”**

**TESIS PRESENTADA COMO REQUISITO PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO PESQUERO**



Br. MANUEL STEEP GUEVARA FRÍAS

TESISTA



Ing° EDGARDO DAVID QUINDE RENTERÍA, M.Sc.

ASESOR

PIURA, PERÚ

2016

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE INGENIERÍA PESQUERA
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE INGENIERÍA PESQUERA



**“DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE
AGUA (CRA) EN PRODUCTOS DERIVADOS DEL CALAMAR
GIGANTE *Dosidicus gigas* (D'Orbigny 1835)”**


APROBADA EN CONTENIDO Y ESTILO POR:



Dr. CÉSAR AUGUSTO RAMOS CHUNGA, M. Sc.
PRESIDENTE



Ing° JUAN A. JULCAHUANGA DOMÍNGUEZ, M. Sc.
SECRETARIO



Ing° SEGUNDO TOMÁS ALBINES SALAZAR, M. Sc.
VOCAL

PIURA, PERÚ

2016



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE INGENIERIA PESQUERA



"AÑO DE LA DIVERSIFICACIÓN PRODUCTIVA Y DEL FORTALECIMIENTO DE LA EDUCACIÓN"

ACTA DE SUSTENTACIÓN

Los Miembros del Jurado Calificador que suscriben, reunidos para la sustentación de la Tesis titulada: **"DETERMINACIÓN DE RETENCIÓN DE AGUA (CRA) EN PRODUCTOS DERIVADOS DEL CALAMAR GIGANTE *Dosidicus gigas* (D'Orbigny 1835)"**, presentado por el Br. **MANUEL STEEP GUEVARA FRÍAS**; oídas las observaciones y respuestas, la declaran:

APROBADA.


Con el calificativo de:

Muy BUENA

En consecuencia, queda en condiciones de ser calificado **APTO** por el Consejo Universitario de la Universidad Nacional de Piura y recibir el **TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO PESQUERO**, de conformidad con lo estipulado en la ley.

Piura, 28 de diciembre del 2015.


DR. CÉSAR A. RAMOS CHUNGA
PRESIDENTE


ING. SEGUNDO T. ALBINES SALAZAR, M. Sc.
VOCAL


ING. JUAN A. JULCAHUANGA DOMÍNGUEZ, M. Sc.
SECRETARIO



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE INGENIERIA PESQUERA



CALIFICATIVO DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

"DETERMINACIÓN DE RETENCIÓN DE AGUA (CRA) EN PRODUCTOS DERIVADOS DEL CALAMAR
GIGANTE *Dosidicus gigas* (D'Orbigny 1835)"

EJECUTOR: BR. MANUEL STEEP GUEVARA FRÍAS

DE CONFORMIDAD A LO ESTABLECIDO EN EL ART. 37°.- DEL REGLAMENTO PARA
LA OBTENCIÓN DE TÍTULO PROFESIONAL MEDIANTE TESIS EN LAS DIFERENTES
FACULTADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA.

(Aprobado según Resolución de Consejo Universitario N° 1073-CU-2014 de fecha 01 de
octubre del 2014).

MIEMBRO	PUNTAJE
Presidente	17
Secretario	17
Vocal	17
Promedio	17

- Excelente : (20)
- Sobresaliente : (19; 18)
- Muy Bueno : (17; 16)
- Bueno : (15; 14; 13)
- Regular : (12; 11)

Piura, 28-de diciembre del 2015.


DR. CÉSAR A. RAMOS CHUNGA
PRESIDENTE


ING. SEGUNDO T. ALBINES SALAZAR, M. Sc.
VOCAL


ING. JUAN A. JULCAHUANGA DOMÍNGUEZ, M. Sc.
SECRETARIO

DEDICATORIA:

A:

Dios, por darme la fuerza y salud, y estar conmigo en cada momento de mi existencia, y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

Mis padres, Margarita F. y Héctor G., por darme la vida, por creer en mí, por siempre apoyarme, gracias por darme una carrera, una gran herramienta para mi futuro, todo se los debo a ustedes.

A mi hermano Douglas G., gracias por estar siempre conmigo y apoyarme, te quiero hermano.

A mi novia Denisse G., por su inmenso amor y por apoyarme y ayudarme en los momentos más difíciles.

A mis abuelos Manuel G. y Emilia B. por todo el cariño y apoyo que me ha dado siempre, también se los debo a ustedes.

AGRADECIMIENTO:

A:

Mi maestro Edgardo Q., a quien le agradezco su guía y consejo, que me sirvieron de mucho

Mi gran mentor el Señor Alberto Pescatore dueño de la Empresa Altamar Foods, por darme la posibilidad de desarrollarme profesionalmente y hacer realidad este trabajo de investigación.

Mis amigos en Altamar Foods SRL., quienes me dieron inspiración y me apoyaron a lo largo del estudio., Lizandro F., I. Carcelén, Luis S., Silvana G., Nadir M., Iván A., Ymis compañeros José Q., Juliana L., FélixM., Jorge G., Cinthia C., Wilmer C.,

Mis amigos de toda la vida, Arturo A., Augusto D., Héctor S., por compartir los buenos y malos momentos.

Todos aquellos familiares y amigos que no recordé al momento de escribir esto.

RESUMEN

Se considera que un máximo de 5% del agua total del músculo está ligada a través de grupos hidrofílicos de las proteínas (agua fuertemente ligada). Una cantidad considerable de agua se inmoviliza debido a la configuración física de las proteínas (agua débilmente ligada). El agua que puede expelerse del músculo cuando se aplica una fuerza externa es el agua libre.

La capacidad de retención de agua (CRA) se define como la capacidad que tiene la carne para retener el agua libre durante la aplicación de fuerzas externas, tales como el corte, la trituración, cocción y prensado. La CRA es particularmente importante en productos procesados, picados o molidos, en los cuales se ha perdido la integridad de la fibra muscular y, por lo tanto, no existe una retención física del agua libre. Las pérdidas de peso y palatabilidad son también un efecto de disminución de la CRA.

En la investigación realizada se pudo determinar las variaciones de la capacidad de retención de agua (CRA), el análisis realizado al manto de calamar gigante *Dosidicus gigas* dió un porcentaje de humedad promedio de 81.375 ± 0.0071 % B.H. para las proteínas un valor promedio de 15.35 ± 0.0283 % B.H, cenizas (0.86 %), y para la grasa (0.835 %) siendo un producto balanceado e ideal para el consumo humano.

Los valores de Humedad y de la CRA determinados en el calamar gigante *D. gigas*, y las variaciones presentadas en los diversas presentaciones de productos elaborados, son importantes para tenerlos en cuenta cuando este producto se somete a procesos de tratamiento térmico o aquellos que generen un valor agregado al producto. Es importante que en los productos procesados tener una proporción adecuada de proteína/agua, tanto para fines de aceptación organoléptica como para obtener un rendimiento suficiente en el peso del producto terminado.

Se determinó que si existe variación respecto a los valores de la CRA entre los productos derivados del calamar gigante, estos fueron en promedio de 18.921 ± 1.702 g de agua retenida/100 g de agua total mientras que para las presentaciones en fresco congelado en productos derivados del Calamar gigante, el contenido promedio de humedad fue de 84.75 % B.H, un valor CRA promedio de 23.407 ± 2.305 g de agua retenida/100 g de agua total. Los productos derivados como las anillas presentaron valor CRA de 20.482 ± 1.677 g de agua retenida/100 g de agua total, para los botones este fué de 22.853 ± 1.677 g de agua retenida/100 g de agua total, para Daruma 20.815 ± 2.708 g de agua/100 g de agua total.

Las presentaciones como el filete laminado presentaron valor CRA de 39.235 ± 0.969 g de agua/100 g de agua total, las anillas presentaron valor CRA de 15.005 ± 4.547 g de agua/100 g de agua total y para los botones este fué de 15.98 ± 1.400 g de agua/100 g de agua total.

Según los análisis realizados en nuestro estudio el calamar gigante *Dosidicus gigas* no es una especie ideal para la producción de surimi y productos derivados por lo que no hay una adecuada retención de agua y por ello no hay una buena calidad y cantidad de proteínas miofibrilares con características funcionales evidenciadas por las propiedades de capacidad de retención de agua, cohesividad y elasticidad de la proteína lo que no permitiría por si sola la obtención de productos tipo gelificantes.

PALABRAS CLAVES: CRA, HUMEDAD, AGUA DISPONIBLE, DARUMA

ABSTRACT

It is considered that a maximum of 5% of the total water muscle is linked through hydrophilic groups of proteins (strongly bound water). A considerable amount of water is frozen due to the physical configuration of proteins (loosely bound water). The water may be expelled from the muscle when an external force is applied is the free water.

The water holding capacity (CRA) is defined as the ability of the meat to retain the free water for external application, such as cutting, grinding, cooking and pressing forces. The CRA is particularly important processed, chopped or mashed products, which has lost integrity of the muscle fiber and, therefore, there is no physical retention of free water. Weight losses and palatability are also an effect of decreasing the CRA.

In the investigation it was determined variations in water holding capacity (CRA), the analysis performed on the mantle of giant squid *Dosidicus gigas* gave an average moisture content of $81.375 \pm 0.0071\%$ BH protein for an average value of $15.35 \pm 0.0283\%$ BH, ash (0.86%) and fat (0.835%) to be a balanced and ideal product for human consumption.

Humidity values and the CRA determined the giant squid *D. gigas*, and the variations presented in the various presentations of processed products are important to take them into account when this product is subjected to heat treatment processes or those that generate value added to the product. It is important that the processed products have an appropriate ratio of protein / water for both purposes organoleptic acceptance as to obtain a sufficient return on the weight of the finished product.

It was determined that if there is variation from the CRA values between giant squid products, these were on average $18,921 \pm 1,702$ g of water retained / 100 g total water while fresh presentations for frozen products giant Squid, the average moisture content was 84.75% BH, CRA average value of $23.407 \pm 2,305$ g of retained / 100 g total water water. The products presented as rings CRA $20,482 \pm$

1,677 value detent g / 100 g total water, water for buttons this was of $22,853 \pm 1,677$ g of water retained / 100 g of total water to Daruma $20,815 \pm 2,708$ g water / 100 g of total water.

The presentations presented as rolling fillet 39 235 CRA value ± 0.969 g water / 100 g total water, the rings presented CRA value of $15,005 \pm 4,547$ g water / 100 g total water and this button was $15.98 \pm 1,400$ g of water / 100 g of total water.

According to analyzes conducted in this study the giant squid *Dosidicus gigas* is not ideal for the production of surimi and derived products so kind without adequate water retention and therefore no good quality and quantity characteristics of myofibrillar proteins functional properties evidenced by water retention capacity, cohesiveness and elasticity of the protein which would not allow alone obtaining gelling type products.

KEYWORDS: CRA, MOISTURE, WATER AVAILABLE, DARUMA

ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE CUADROS

ÍNDICE DE GRÁFICOS

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	MARCO TEÓRICO	3
2.1.	Generalidades del Calamar Gigante o Pota (<i>Dosidicus gigas</i>)	3
2.2.	Composición Química y Nutricional	5
2.3.	Pesca	6
2.4.	Importancia de la Pesquería del calamar gigante	7
2.5.	Composición Química del calamar gigante	8
2.6.	Estadísticas importantes	9
2.7.	Congelado de pota o calamar gigante	11
2.8.	Capacidad de Retención de Agua	12
2.8.1.	Factores de variación	20
2.8.1.1.	Intrínsecos	20
2.8.1.2.	Extrínsecos	20
2.8.2.	Métodos de medida	25
2.8.2.1.	Método basado en una pérdida de peso	25
2.8.2.2.	Técnicas de laboratorio	26
2.8.2.3.	Método de presión en papel filtro	26
2.8.2.4.	Otros métodos rápidos	27
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	31
3.1.	Ubicación del proyecto	31
3.2.	Materiales y Equipos	31
3.2.1.	Materiales	31
3.2.2.	Equipos	32

3.3. Metodología	32
3.4. Hipótesis	33
3.5. Procedimiento de la investigación	33
3.5.1. Primera etapa	33
3.5.2. Segunda etapa	34
3.5.3. Tercera etapa	34
3.5.4. Cuarta etapa	34
3.6. Unidad Experimental	35
3.7. Variables de Estudio	35
3.8. Diseño Experimental	35
3.9. Análisis estadístico	36
3.10. Proceso de desarrollo del trabajo de tesis	36
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	39
4.1. Resultados	39
4.2. Análisis del contenido proximal en el calamar gigante	39
4.3. Análisis de la capacidad de retención de agua en productos del calamar gigante	42
4.4. Humedad y valor CRA en productos de calamar gigante	50
4.5. Desviación estándar de la composición química proximal en productos de calamar gigante	52
4.6. Discusión de resultados	55
V. CONCLUSIONES	56
VI. RECOMENDACIONES	58
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59
VIII. ANEXOS	62

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N°01	Método de análisis según componente a determinar	Pág.38
Cuadro N°02	Composición Química del calamar gigante	Pág.39
Cuadro N°03	Valor de la Capacidad de Retención de Agua (CRA) en productos del calamar gigante (<i>Dosidicus gigas</i>)	Pág.42
Cuadro N°04	CRA en anillas precocidas de calamar gigante	Pág.44
Cuadro N°05	CRA en botones precocidos de calamar gigante	Pág.44
Cuadro N°06	CRA en rejos precocidos de calamar gigante	Pág.45
Cuadro N°07	CRA en DARUMA de calamar gigante	Pág.46
Cuadro N°08	CRA en filetes frescos congelados de calamar gigante	Pág.47
Cuadro N°09	CRA en anillas frescas congeladas de calamar gigante	Pág.48
Cuadro N°10	CRA en botones frescos congelados de calamar gigante	Pág.49
Cuadro N°11	Comparativo de humedad y valor CRA en productos de calamar gigante	Pág.50
Cuadro N° 12	Desviación estándar de la composición química proximal en el calamar gigante	Pág.52
Cuadro N°13	Desviación estándar del valor CRA y del contenido de humedad en productos precocidos de calamar gigante	Pág.53
Cuadro N°14	Desviación estándar del valor CRA y del contenido de humedad en productos frescos de calamar gigante	Pág.53

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO N°01	Composición Química del calamar gigante	Pág.40
GRÁFICO N°02	Contenido de humedad en calamar gigante	Pág.41
GRÁFICO N°03	Contenido proteico en calamar gigante	Pág.41
GRÁFICO N°04	Valor CRA en productos de calamar gigante	Pág.43
GRÁFICO N°05	CRA en anillas precocidas de calamar gigante	Pág. 43
GRÁFICO N°06	CRA en botones precocidos de calamar gigante	Pág.44
GRÁFICO N°07	CRA en rejos de calamar gigante	Pág.45
GRÁFICO N°08	CRA en DARUMA de calamar gigante	Pág.46
GRÁFICO N°09	CRA en filetes frescos de calamar gigante	Pág.47
GRÁFICO N°10	CRA en anillas frescas congeladas de calamar gigante	Pág.48
GRÁFICO N°11	CRA en botones frescos congelados de calamar gigante	Pág. 49
GRÁFICO N°12	Comparativo de humedad y valor CRA en productos de calamar gigante	Pág.51

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°01	Características organolépticas del congelado de pota	Pág.12
Tabla N°02	Información nutricional del congelado de pota	Pág.12

ÍNDICE DE IMÁGENES

IMAGEN N° 01	Morfología del calamar gigante (<i>Dosidicus gigas</i>)	Pág. 4
IMAGEN N° 02	Distribución del calamar gigante (<i>Dosidicus gigas</i>)	Pág. 5
IMAGEN N° 03	Cadena de valor del calamar gigante (<i>Dosidicus gigas</i>) en el Perú	Pág.7
IMAGEN N° 04	Indicadores de Comercialización del calamar gigante	Pág.10
IMAGEN N° 05	Productos de calamar gigante (<i>Dosidicus gigas</i>)	Pág.34
IMAGEN N° 06	Rectificado de filetes de calamar gigante o pota (<i>Dosidicus gigas</i>)	Pág.38

I. INTRODUCCIÓN

La capacidad de retención de agua (CRA) es un parámetro que mide la habilidad del músculo para retener el agua libre por capilaridad y fuerzas de tensión. Este parámetro está directamente relacionado con la jugosidad, así cuando el alimento tiene una alta CRA, es jugoso y es calificado con una alta puntuación en el análisis sensorial.

Hay que destacar también que la habilidad del músculo para retener agua tiene una importante influencia sobre la textura. Este aspecto es especialmente importante a la hora de evaluar el deterioro de carnes y pescados, ya que, conforme avanza el tiempo de almacenamiento, las proteínas del músculo sufren procesos de desnaturalización y degradación que conllevan a un ablandamiento de la textura.

El procesado de los productos cárnicos y de la pesca provoca también variaciones de este parámetro. En este sentido, procesos como el salado, ahumado o marinado implican un aumento de los valores de CRA, debido al efecto que tiene la adición de sal y a la reducción en el contenido en humedad que provoca este tipo de tratamientos.

Los tratamientos térmicos y la congelación también tienen un efecto importante sobre la CRA, ya que provocan la desnaturalización y agregación de las proteínas, así como la ruptura de células musculares. En el caso de la congelación, la formación de hielo provoca la rotura del tejido muscular y una redistribución del agua. Estas modificaciones producen el descenso en la CRA que se manifiesta, después de la descongelación, por la formación de exudado, lo que provoca una pérdida de peso considerable y textura reseca.

Existe un gran número de métodos para determinar la CRA en carne y pescado. La mayoría de los métodos utilizados se basan en la aplicación de una fuerza que favorece la salida de agua del músculo. En ese sentido se han desarrollado diferentes procedimientos analíticos, como son los métodos basados en la pérdida de peso por goteo, centrifugación, prensado, etc.

No olvidemos que la capacidad de retención de agua (CRA) es un término frecuentemente utilizado para describir la habilidad del músculo para retener agua aun cuando se aplican presiones externas a él. Es un parámetro muy utilizado en productos cárnicos y de la pesca porque está directamente relacionado con la jugosidad.

En el presente trabajo de tesis se determinó experimentalmente la Capacidad de Retención de Agua (CRA) en los diversos productos que se obtienen del calamar gigante o pota (*Dosidicus gigas*) empleando el método de presión en papel de filtro, en que evaluaremos las fluctuaciones y significancia respectiva.

Debido a que no se dispone de mucha información sobre el valor CRA en calamar gigante (*Dosidicus gigas*), producto de importancia económica en nuestro país, es necesario llevar a cabo estudios sobre este tipo de determinaciones en otros tipos de alimentos de procedencia marina y continental, especialmente como es el comportamiento de este valor de gran importancia en la industria cárnica, durante el almacenamiento en refrigeración y congelación.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. GENERALIDADES DEL CALAMAR GIGANTE "*Dosidicus gigas*"

El calamar es un molusco cefalópodo con simetría bilateral, no segmentado, de cuerpo blando y desnudo, sus principales porciones anatómicas se constituyen de un manto, vísceras, cabeza, tentáculos y una pluma quitinosa. Su cuerpo tiene forma cilíndrica, comprimida y está formado por dos regiones: la "cabeza" que es la más cercana a los brazos, lleva los ojos y la boca y el "manto" que se extiende por encima de ella, dentro del cual se encuentran los aparatos y sistemas específicos (Imagen 1) (Ehrhardt, et al., 1986). Siendo el manto (músculo) el constituyente principal de las porciones anatómicas del calamar según Martínez y col., (2000).

El calamar gigante *Dosidicus gigas* pertenece a la familia *Ommastrephidae* y a la subfamilia *Ommastrephinae*; es un recurso altamente migratorio. *Dosidicus gigas* tiene un ciclo de vida corto de máximo dos años, presenta altas tasas de crecimiento, alcanza tallas promedio de 87 cm de longitud de manto (LM) y un peso de 13 Kg (Hernández y col., 1996), también se registraron organismos de una longitud de 97 cm de LM y 37 Kg. La porción comestible del calamar corresponde a un 80% del peso total y ésta contiene alrededor de 20% de proteína, 2.2 % de grasa, 77% de agua y 1.2% de minerales. Este recurso domina el océano abierto de aguas tropicales y zonas templadas, según Hernández y col. (1998) pueden ser distinguidos tres grupos intraespecíficos en base al tamaño, siendo estos: pequeños (longitud de manto (LM) de adultos machos 130-260 mm y hembras de 140-340 mm), medianos (240-420 y 280-600 mm, respectivamente) y grandes (>400-500 mm y 550-650 hasta 1000 mm o más, respectivamente). Su crecimiento es rápido, por lo que su periodo de vida es cerca de un año, aunque se han registrado especímenes de probablemente 2 años.

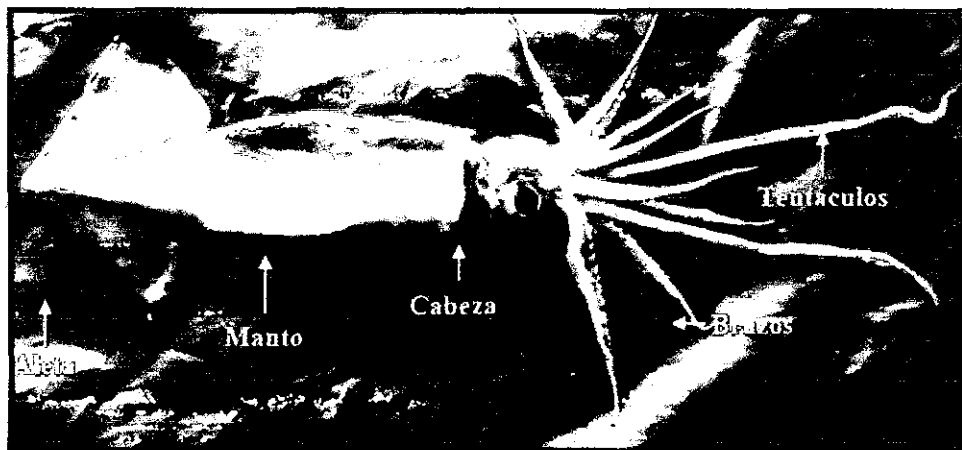
El calamar gigante (*Dosidicus gigas*) es una especie habitual del Pacífico, encontrándose desde las costas de los Estados Unidos hasta las costas de Chile, siendo las zonas de mayor aglomeración frente a las costas de Perú y México. Se distribuye en el Pacífico Este desde aproximadamente 36° N a 26° S y por el Oeste hasta 125° W. Las áreas de mayor concentración se localizan entre el

Ecuador y los 18° S y desde los 28° a 16° N, incluyendo el Golfo de California. Es una especie migratoria relacionada con procesos de alimentación y reproducción. Tiene un cuerpo en forma cilíndrica al que se le llama manto, el cual cumple la función de envolver y proteger los órganos internos, teniendo en un extremo las aletas, mientras que en el extremo opuesto se encuentra la cabeza, boca, tentáculos y brazos. (Kreuzer, 1986).

El calamar gigante es un consumidor voraz cuya dieta incluye una amplia variedad de especies dentro de las cuales se encuentran crustáceos, peces y calamares de menor tamaño, razón por la cual es un organismo de rápido crecimiento ya que llega a alcanzar una medida de 0.8 a 1 m de longitud en tan solo un año de vida (Enhardt, 1991).

Las diferencias que existen entre el calamar gigante y los demás moluscos es que la cabeza, los tentáculos y los brazos forman una sola estructura, y la boca se encuentra en medio de los tentáculos (Brusca, R.C. 1990).

Imagen N° 01: Morfología del calamar gigante (*Dosidicus gigas*)



Fuente: Ehrhardt, et al. (1986)

En general, su alimentación está relacionada con especies que habitan zonas de temperaturas bajas cercanas a los 16°C, incrementándose esta actividad durante la noche. Su dieta varía conforme crece, aunque es típicamente cazador de organismos nectónicos (Nesis, 1983). Esta dieta cubre una amplia diversidad de organismos y al parecer no tiene preferencias. La lista de organismos encontrados

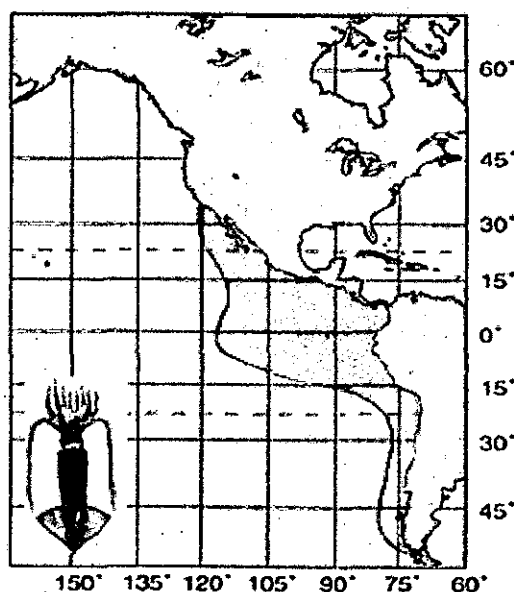
en su estómago, incluye especies que dependen más del hábitat por donde se desplaza que a alguna preferencia notable por dicho organismo.

Los calamares juveniles son depredadores más activos que los adultos debido a que estos requieren de mayor energía dado que nadan a mayor velocidad, entre 5-25 km/h; en cambio, los calamares adultos pueden acechar a su presa individualmente, mientras que los adultos de mayor tamaño son organismos más oportunistas (Nesis, 1983).

2.2. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA:

Esta especie se distribuye en el Océano Pacífico Oriental desde la frontera de México y los Estados Unidos hasta Chile y se encuentra desde la superficie hasta más de 400 metros de profundidad, asociando sus mayores concentraciones a zonas de surgencias, las cuales son ricas en nutrientes, que sostienen especies que conforman su dieta básica (Suda, 1973). Su localización en el Perú se encuentra en Tumbes, Talara y Paita.

Imagen N° 02: Distribución del Calamar Gigante (*Dosidicus gigas*)



Fuente: IMARPE

Según el Instituto del Mar del Perú, es una especie Semi-oceánica a diferencia de otras de la misma familia cuya distribución es transoceánica. Se han identificado

tres grupos en base a la talla (longitud de manto): pequeña (130-340 mm), mediana (240-600 mm) y grande (mayor a 400 hasta 1000 mm o más). El crecimiento en todos estos grupos es rápido, estimándose el tiempo de vida en alrededor un año. Los más grandes especímenes pueden alcanzar los dos años de vida. Esta especie es un activo predador, siendo los peces linterna de la zona epipelágica una de sus principales presas.

Los estudios realizados en Perú, reportan que el recurso pota presenta una distribución vertical desde la superficie hasta los 60 m durante la noche, registrándose mayores concentraciones a los 20 m. Asimismo, el calamar se localiza principalmente desde las 30 mn de la costa hacia fuera, asociado a temperaturas entre 15,3 y 21,3 °C y salinidades entre 34,97 y 35,55 ups (unidades prácticas de salinidad).

2.3. PESCA

La pesca del calamar gigante ha adquirido importancia en los litorales de las costas del Pacífico y en particular las nuestras. El volumen de exportación de este recurso se encuentra dentro de los primeros diez productos pesqueros de mayor demanda (CONAPESCA, 2003). Japón consume cerca del 31% de la producción mundial de éste cefalópodo; seguido de Corea, Taiwán, y Hong Kong que en conjunto utilizan el 30%; mientras que Italia, Francia, Grecia, España, Portugal y Alemania, consumen el 15%. El calamar se distribuye en diferentes presentaciones ya sea fresco, seco, salado o enlatado en conserva, pero la mayor parte se comercializa en congelación (PROMPEX).

El arte de pesca es la potera, que puede ser de varios tipos: las japonesas de 12 cm de longitud con dos coronas de ganchos de acero, de 1.5 o 2.0 cm de longitud y poteras de construcción local elaboradas de diferente material y de 20 a 30 cm de longitud, con anzuelos de rayos de bicicleta o clavos como coronas de ganchos. El número de poteras por línea varía de acuerdo al sistema de pesca, que va desde una potera por línea por pescador o varias poteras por línea en un tambor de recuperación manual, hasta máquinas calamareras automáticas con dos tambores y dos líneas con 8 a 24 poteras por línea (Ehrhardt et al., 1986).

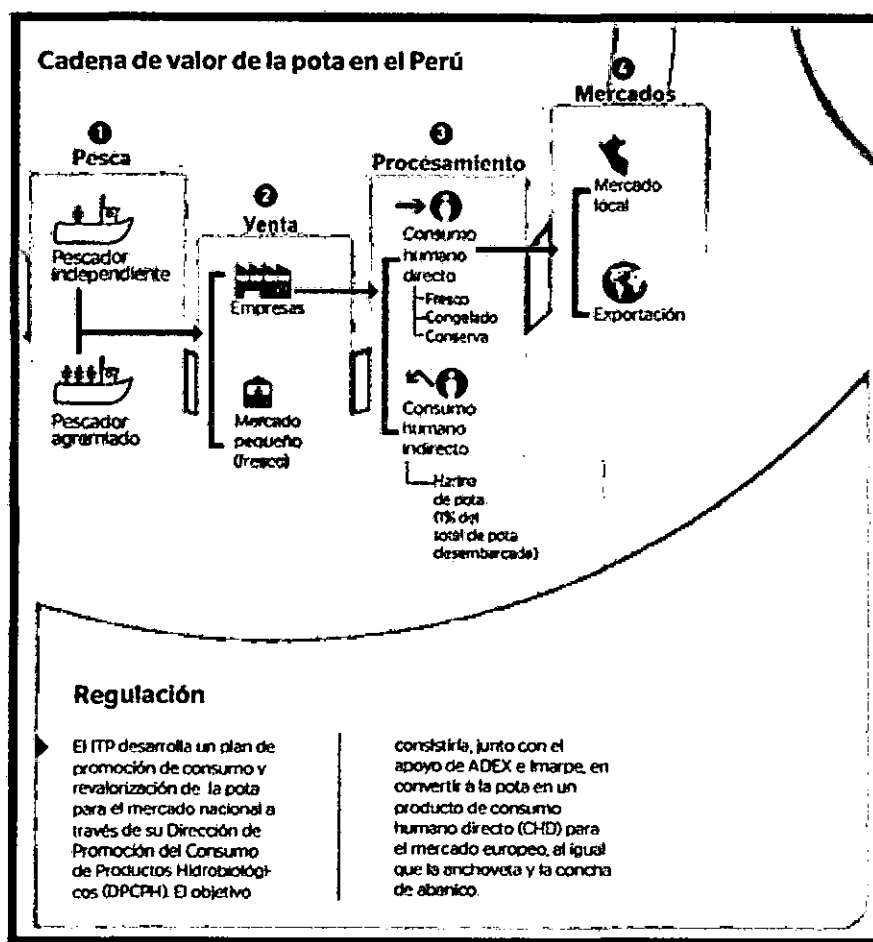
Por las características de comportamiento del calamar su captura es nocturna; el modo de la operación es situarse en el área de pesca, encender luces de atracción y esperar que el recurso (que presenta fototropismo positivo) responda a la luz concentrándose en la zona de penumbra bajo la embarcación, desde donde ataca cualquier presa disponible incluyendo los señuelos.

En el Perú, la pesca se realiza con embarcaciones de tipo artesanal con capacidad de bodega no mayores a 5 Tm., empleando poteras y señuelos.

2.4. IMPORTANCIA DE LA PESQUERÍA DEL CALAMAR GIGANTE

Los calamares de la familia *Ommastrephidae*, a la cual pertenece el calamar gigante, contribuyen al mayor porcentaje de las capturas totales de las pesquerías de cefalópodos a nivel mundial (Klett, T.A 1996).

Imagen N° 03: Cadena de valor del Calamar Gigante (*Dosidicus gigas*)



Fuente: ADEX

El calamar gigante es la segunda especie más importante en términos de volumen de captura para el sector pesquero. Su captura genera empleos directos e indirectos en el sector pesquero; además, representa una actividad económica alternativa y complementaria para los pescadores de la región (Ehrhardt., 1991).

La pota es un alimento con gran aceptación a nivel internacional, además tiene un alto valor nutritivo. Así, la abundancia de la pota en el mar peruano y su actual subutilización abre una ventana de posibilidades para que el país incremente sus exportaciones y genere más valor agregado, lo que será necesario para mantener la posición peruana en el mercado mundial de pota ante el incremento en ventas de importantes competidores como China. (Prompex). El volumen de exportación de pota se ha incrementado en forma notable en los últimos años debido a los bajos precios y la gran variedad de presentaciones que impulsan una demanda internacional cada vez mayor. La pota se exporta básicamente en filetes, pero también como tubos, tiras, dados, alas y tentáculos, tanto fresca y congelada como cocida y congelada.

2.5. COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL CALAMAR GIGANTE

Excluyendo el contenido de agua (75-84%), las proteínas son el principal componente del músculo de calamar (13-22%), conteniendo además lípidos (0.1-2,7%) y minerales (0.9-1.9%) en menor proporción (Klett. T.A, 1996). Basándose en sus características de solubilidad las podemos clasificar en: miofibrilares (solubles en soluciones salina, $I=0.5$), estromales (insolubles en soluciones salina, $I=0.5$) y sarcoplásmicas (solubles en agua). Las miofibrilares son las más abundantes, ya que constituyen el 55-60% del total de proteínas del músculo y forman su estructura fibrosa (Fennema,O.R. 1990).

Las proteínas miofibrilares del calamar difieren de las proteínas del pescado y mamíferos al ser más solubles en agua, menos susceptibles a la congelación y más propensas a la desnaturalización térmica (Hultin. 1993). Tienen características térmicas diferentes, debido a la presencia de la paramiosina. Se ha reportado que ésta altera considerablemente las características de textura en los productos gelificados a partir de proteína muscular de especies marinas. Por lo que, tanto el contenido de paramiosina como las diferentes interacciones miosina-paramiosina podrían relacionarse, al menos parcialmente con el comportamiento térmico

observado en las proteínas miofibrilares de invertebrados marinos, debido a los cambios en el medio ambiente químico (Paredi y col., 2002). Las proteínas estromales constituyen el 10-20 % de las proteínas del tejido muscular, son insolubles en agua o en soluciones salinas y se constituyen fundamentalmente por proteínas del tejido conectivo tales como: colágeno, reticulina y elastina (Barroso y col., 1996).

De éstas, el colágeno es el principal constituyente del tejido conectivo y juega un papel muy importante, ya que es el encargado de la unión entre varias células. El colágeno, específicamente el del calamar gigante (*Dosidicus gigas*), participa en los mecanismos natatorios del organismo; asimismo, su contenido es diferente para cada región anatómica (manto, aletas, tentáculos). Siendo así, que los tentáculos presentan el mayor contenido de colágeno insoluble (Grau y Hamm., 1986).

2.6. ESTADÍSTICAS IMPORTANTES

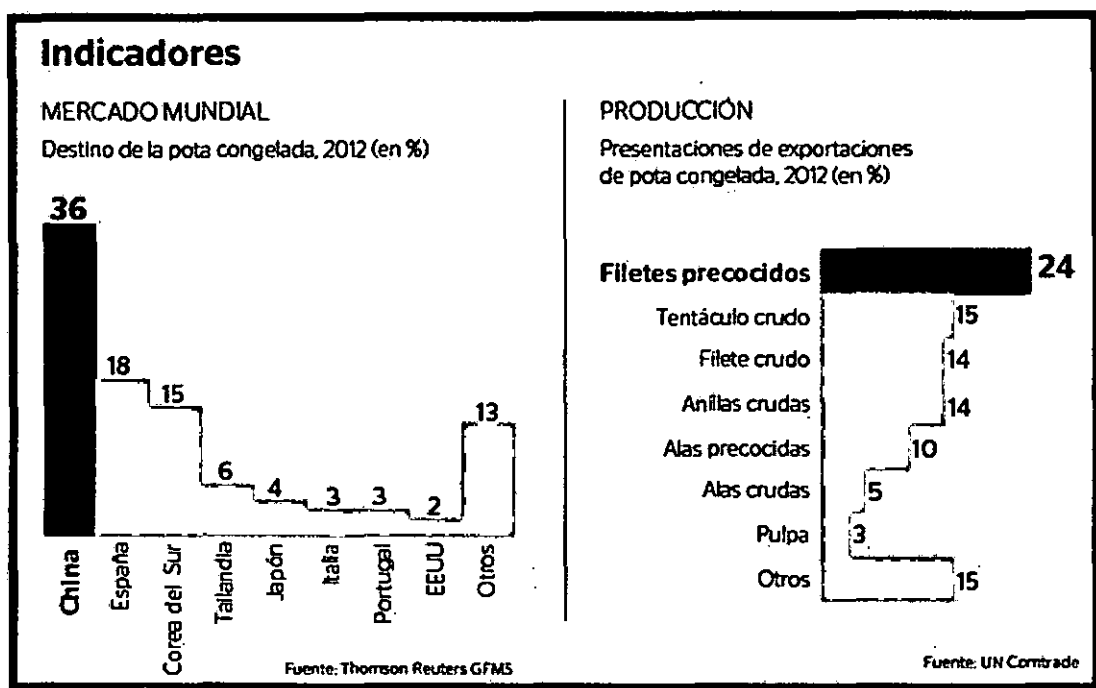
Es un bien preciado en el mercado por su alto valor nutritivo, bajo en calorías y grasas, y de fácil preparación. Asimismo tiene diferentes formas de presentación que favorecen la demanda interna y externa. Por ejemplo, en comparación con la carne de pollo, aunque aporta un 23% menos de proteínas (igual sigue siendo altamente nutritivo), tiene casi 900% menos grasas que esa carne.

La pota es la segunda especie más abundante del mar peruano. Se extraen aproximadamente 400,000 toneladas al año, mientras que las exportaciones generan altas divisas. Por ejemplo, en el 2012, las exportaciones de pota congelada (principal rubro de exportación para CHD) alcanzaron US\$367 millones (a pesar de que cayeron respecto al 2011), e incluso en el 2013 las exportaciones se recuperaron en casi 9%.

Las potas exportadas no presentan mayor procesamiento, no se les da mayor valor agregado. Algunos derivados, como los filetes secos o tentáculos precocidos (que llegan a tener precios altos, de US\$4.62 y US\$2.53 por kilogramo, respectivamente), no representaron ni el 3% de las exportaciones de pota

congelada en el 2012. ADEX precisó que un mayor valor agregado en la pota implicaría un aumento en ingresos de al menos 30%.

Imagen N° 04: Indicadores de comercialización del Calamar Gigante (*Dosidicus gigas*) en el Perú.



Fuente: ADEX

La presencia del fenómeno El Niño, al calentar las aguas del mar, favorece la aparición de especies como la pota. El Imarpe estima que se podría pescar hasta un millón de toneladas. De esta manera es posible incrementar la oferta del producto. Además, una mayor pesca de pota favorecería la biomasa de otras especies (como la anchoveta), debido a que la pota es una especie depredadora.

Existe una demanda exterior creciente por productos marinos y pota. En el primer semestre del 2013, la demanda de pota peruana en China (principal destino peruano) se incrementó 11.9%, mientras que en Tailandia la demanda creció 293.8%.

Algunos países reexportan la pota importada del Perú. China, principal mercado peruano, demanda principalmente filete precocido que es reprocesado para su exportación a países como Rusia, Corea y Japón. Esta amenaza va de la mano de la debilidad peruana de no dar valor agregado al producto.

Están cayendo los precios. Las exportaciones de pota congelada cayeron 11% el 2012 respecto al 2011, debido principalmente a una disminución del precio unitario. Por ejemplo, los filetes precocidos, que representaron el 24% de las exportaciones de anchoveta congelada en el 2012, cayeron del 2011 al 2012 de US\$3.51 a US\$2.59 por kg. Las exportaciones de los principales países que compiten por este producto han crecido. En la partida arancelaria 030749 (donde se incluye la pota congelada), China, principal exportador mundial, incrementó sus ventas en 24% del 2013 al 2012.

<http://perueconomico.com/ediciones/86-2014-may/articulos/1576-la-pota-una-especie-con-futuro>

2.7. CONGELADO DE POTA

El congelado de pota tiene las siguientes presentaciones:

- Tubos limpios, sin piel, sin alas, punta recortada, interfoliados, tamaño variable.
- Filetes/mantos crudos o cocidos, punta recortada, sin piel, interfoliado o en bloque, diferentes cortes y tamaños (bailarina).
- Filetes precocidos o secos, sin piel, interfoliado o en bloqueo, tamaño variable.
- Anillos, empanizados o sin empanizar, IQF*.
- Bistechs tenderizados o sin tenderizar, interfoliados o IQF*.
- Tiras/rabas, dados/cubos, botones, IQF*.
- Mince/pulpa lavada, estabilizada, en bloques.
- Alas crudas o cocidas, con/sin piel, bloques.
- Tentáculos (rejos), sin ojos ni pico, sin “uñas”, con o sin ventosas, crudos o cocidos, enteros o seccionados, en bloques.
- Surimi, hamburguesas, nuggets y pre-formados empanizados.
- Otras presentaciones: desmenuzada, tabletas, botones, rodajas, nuca, picadillo, tacos redondos, hueveras, brochetas, pasta, cartílago, etc.
- * IQF (*Individual Quick Freezing* ó congelación rápida de manera individual): permite que los cristales de hielo que se forman dentro de las células de los tejidos sean de tamaño muy pequeño. De esta forma se evita que las paredes celulares que conforman los tejidos vegetales se rompan.

Por lo que, al descongelar el producto no hay derrame de fluidos celulares, lo cual garantiza su textura y valor nutritivo.

Las tablas 01 y 02 muestran las características organolépticas y la información nutricional del congelado de pota, respectivamente:

Tabla 01: Características organolépticas del congelado de pota

Características organolépticas	Ficha técnica del congelado de pota
Partes que se utilizan	Tubo (manto), aleta
Color (Apariencia)	Músculo blanco translúcido a amarillo cremoso
Sabor y olor	Característico de la especie, libre de olores anormales
Deshidratación	Sin deshidratación

Fuente: SEACE

Tabla 02: Información nutricional del congelado de pota

Parámetros	Valores
Proteína	12,0 – 16,0 %
Grasa	0,3 – 1,2 %
Carbohidratos	0,1 – 0,3 %
Sales minerales	1,0 – 1,7 %
Valor calórico	51,1 – 76,0 kcal

Fuente: SEACE

Niveles superiores en contenido de proteínas, carbohidratos y valor calórico de la tabla 2, son considerados conformes.

2.8. CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE AGUA (CRA)

La capacidad de retención de agua (CRA) se define como la capacidad que tiene la carne para retener el agua libre durante la aplicación de fuerzas externas, tales como el corte, la trituration y el prensado. Muchas de las propiedades físicas de la carne como el color, la textura y la firmeza de la carne cruda, así como la jugosidad y la suavidad de la carne procesada, dependen en parte de la capacidad de retención de agua. La CRA es particularmente importante en productos picados o molidos, en los cuales se ha perdido la integridad de la fibra muscular y, por lo tanto, no existe una retención física del agua libre.

Básicamente existen dos modelos para explicar la retención de agua por las miofibrillas:

- el coloidal
- el estructural

Por otra parte cambios en la CRA son un indicador muy sensible de los cambios en la estructura de las proteínas miofibrilares. Así la desnaturalización de las proteínas disminuye la CRA.

En el tejido muscular vivo los enlaces de fosfato ATP de las células (trifosfato de adenosina) controlan la estructura abierta de la proteína muscular actomiosina y con ello la capacidad de retención de agua. Esta propiedad fisico-química se caracteriza por la habilidad de la proteína de embeber el agua en su matriz y retenerla contra la fuerza gravitacional, por ejemplo en el músculo de vacuno o pescado. Esta propiedad está directamente relacionada con la capacidad de ligar agua. La retención de agua mejora la textura, ya que las propiedades funcionales de la proteína dependen de una buena interacción proteína-agua. Por ejemplo, el hidrolizado puesto en productos de salmón que van a ser congelados produce una menor pérdida de agua que en el producto control y presentando un valor mejor que los concentrados de proteína de huevo y de la soya.

La adición del hidrolizado a un producto de cerdo sometido a cocción, mejoró el rendimiento del producto al igual que la hamburguesa de vacuno. Los hidrolizados de pescado son altamente higroscópicos, lo que se debe al gran número de grupos polares que se forman durante la hidrólisis de la proteína, aspecto que debe considerarse en su embalaje con un adecuado recipiente y con una baja humedad ambiente. Se ha demostrado que presenta capacidad antioxidante evidenciada por un menor nivel de malondialdehído que es un compuesto resultante de la oxidación de las grasas. Esta propiedad depende del tipo de aminoácidos presentes y del tamaño molecular de los péptidos y puede actuar en forma sinergista con antioxidantes comerciales.

El agua más fácil de extraer es el agua extracelular y de hecho es la que origina el llamado "drip loss" o "pérdida por goteo". Si se aplica una fuerza sobre el sistema,

parte del agua inmovilizada se libera como agua perdida; mediciones de esta agua liberada son usadas como indicador de las propiedades de ligar el agua de las proteínas. La disponibilidad de carga está asociada con el pH último del músculo. A pH considerados altos ($>6,0$) o por debajo del punto isoelectrico de la actomiosina (aprox. 5,0), el número de cargas disponibles está aumentado, incrementando de este modo la CRA. Por otra parte una aproximación al punto isoelectrico determina una pérdida de la CRA, por la lógica disminución de cargas libres.

Músculos en estado pre-rigor tienen alta CRA y mejores propiedades de emulsificación de grasas que el músculo en estado de rigor o post-rigor. Estas mejores propiedades están directamente relacionadas con un alto nivel de ATP que resulta en un estado más relajado y una mayor hidratación miofibrilar y solubilidad ya que impide la unión irreversible de actina y miosina.

La CRA se supone es causada en primer lugar por una inmovilización de agua de los tejidos en el sistema miofibrilar (HAMM, 1960, 1972, 1975b, 1984), más específicamente el agua es mantenida o atrapada en el músculo o producto muscular por una acción capilar que es generada por pequeños poros o capilares, teniendo en cuenta además que las miofibrillas ocupan aproximadamente el 70% del volumen total de la masa molecular; esto significa que una notable parte del agua inmovilizada debe estar localizada en los filamentos gruesos y entre los filamentos gruesos y finos de las miofibrillas (OFFER y TRINICK, 1983, HAMM, 1986).

Cuando los pescados y mariscos están frescos tienen alta capacidad de retención de agua. Cuando baja la CRA se considera que está alterado. Esto es debido a las proteínas. Las proteínas son macromoléculas que tienen capacidad de retención de agua. En definitiva el rigor (contracción) actuaría exprimiendo el músculo, que soltaría el agua por goteo a través de las superficies de corte (SIERRA, 1977).

La causa más importante para ocasionar un aumento de la CRA durante la maduración, sería el incremento del pH durante el mencionado proceso, hecho que no se produce en el trabajo sobre carne ovina de BELTRÁN (1988). Por otra parte

algunos autores también señalan como causa del incremento de la CRA, la desintegración de las líneas Z por la acción de proteasas (HAMM, 1986) y por cambios en la permeabilidad de las membranas, con una cierta difusión y redistribución iónica que da como resultado la sustitución de algunos iones divalentes y el debilitamiento de las fuerzas que aproximan las cadenas proteicas.

En las "pérdidas por cocinado" son responsables la rotura de la membrana celular, y además las modificaciones de las proteínas en relación con el cambio en la estructura tridimensional. La mayoría de los autores consultados señalan mayores pérdidas en la carne en un cocinado lento (ABOUGROUN et al., 1985; BRADY y PENFIELD, 1981; DINARDO et al 1984; SEUSS et al., 1986; POSPIECH y HONIKEL, 1991), mientras otros tienen una opinión opuesta (APPEL y LÖFQVIST, 1978; CHOUN et al., 1986). Finalmente existe otra postura que señala que el grado de cocinado no afecta la CRA del tejido muscular (TYSZKIEWICZ et al, 1966). Sin embargo es preciso destacar también el factor tipo de cocinado (no sólo tiempo) en función de la temperatura, presencia de agua, calor directo, tamaño, grosor y preparación previa de la pieza (SIERRA, 1977).

FACTORES DE VARIACIÓN Intrínsecos

Tipo de músculo Existen diferencias entre músculos de un mismo animal (LABORDE et al., 1985) o incluso se han señalado variaciones dentro del mismo músculo. La relación agua/proteína influiría en la capacidad de retención de agua; disminuyendo conforme aumenta esta relación.

Existe una mayor preponderancia de músculos rojos que tienen un mayor pH último y mayor CRA en la espalda que en el lomo o la pierna (LÓPEZ-BOTE y WARRISS, 1988); concordando con los resultados de FORCADA (1985) en ovino donde la menor CRA corresponde a los músculos del tercio posterior y lomo, y la mayor a los del tercio anterior. Especie En general, el ganado porcino tiene carnes más exudativas al ser más sensible al estrés, en los bovinos existe una tendencia a producir carnes DFD, ocupando el ovino una posición intermedia.

Raza En el ganado bovino la CRA tiende a disminuir cuando el desarrollo muscular (hipertrofia de tipo culón) aumenta, muy relacionado con lo que ocurre en porcino con ciertas razas selectas muy mejoradas (Pietrain y Blanco Belga).

En los ovinos las diferencias raciales no parecen muy marcadas. No obstante parece ser que razas más precoces tendrían una menor CRA (HAWKINS et al., 1985). Sexo No parece ser muy importante, aunque algún autor muestra alguna influencia (KAUFFMAN et al., 1986a), posiblemente debido al mayor engrasamiento de las hembras (SIERRA, 1977). Edad En los bovinos el poder de retención de agua disminuye con la edad siendo menor el porcentaje de jugo exprimible en la carne de ternera que en la de vaca. En ovino, SAÑUDO y SIERRA (1982) y LÓPEZ (1988) indican que en animales de mayor edad hay una menor CRA. Extrínsecos Manejo pre-sacrificio Como ya se dijo en el pH, influye el transporte, ayuno, sacrificio, oreo, etc. VRCHLABSKY (1967) encontró que la CRA de la carne disminuía en animales mantenidos largos períodos sin agua y comida, aunque 24 h. de transporte incrementaba CRA. Los antitiroideos (metiltiouracilo) se utilizaron durante tiempo en alimentación del ganado con objeto de aumentar el peso del animal para obtener un mayor rendimiento. Estas sustancias producen un aumento de la retención de líquidos, lo que supone un fraude económico, por lo que está prohibido su administración desde 1973.

Según ALLEN et al. (1988) la CRA fue ligeramente reducida en un tratamiento por cimaterol, hecho no confirmado por SOMMER et al. (1988) ni por FIEMS et al. (1990). Las carnes hormonadas se caracterizan por una excesiva retención de agua, que se libera durante el cocinado quedando al final una carne seca, insípida y descolorada. Afortunadamente, en la actualidad está prohibida la utilización de estos productos en el cebo. En cerdos la suplementación de la dieta con vit.E mejora la CRA al disminuir las pérdidas por goteo (CHEAH et al., 1995). Estimulación eléctrica (E.E.) En condiciones de E.E. moderada LAROCHE (1980) no observó nunca influencia negativa. Este hecho puede aprovecharse para permitir un calentamiento inmediato de los cortes que hayan de industrializarse y deben conservar todavía gran CRA.

Según WHITING et al. (1981) el efecto de la E.E. es inconsistente y generalmente mínimo. El pH Como ya se ha comentado anteriormente el pH es un factor importante ligado a la CRA, presentando una correlación de 0,927 (THOMSEN y ZEUTHEN, 1988). El incremento en la CRA en el intervalo de medida del pH desde 5,40 a 5,85 corresponde claramente con la curvatura pH-CRA señalada por

HAMM (1960). Grado de acidificación La velocidad y el grado de acidificación de los músculos después del sacrificio tienen un profundo efecto sobre la palidez y la consistencia y el grado de pérdidas de fluidos por exudación (carnes PSE). Esto viene determinado por una mayor desnaturalización de las proteínas miofibrilares y sarcoplásmicas solubles (OLIVER et al., 1989). Temperatura Además de todo lo comentado anteriormente, la interacción pH-temperatura es especialmente importante en músculos profundos de la canal donde la refrigeración rápida no tiene efectos apreciables en la disminución de la temperatura. (OLIVER et al., 1989).

El problema común en los peces y mariscos durante su procesamiento y almacenamiento es la pérdida de textura, la cual está relacionada con una elevada actividad proteolítica y con reacciones de desnaturalización y agregación, además de otras reacciones como la degradación del óxido de trimetilamina y producción de formaldehído. A pesar de que el calamar es un producto rico en proteínas, tiene una vida de anaquel reducida, baja capacidad de retención de agua y muy pobre formación de geles, debido a la rápida degradación de las proteínas miofibrilares durante el almacenamiento (Fennema.,1990).

La disponibilidad de carga está asociada con el pH último del músculo. A pHs considerados altos (>6,0) o por debajo del punto isoelectrico de la actomiosina (aprox. 5,0), el número de cargas disponibles está aumentado, incrementando de este modo la CRA (GAULT, 1985). Por otra parte una aproximación al punto isoelectrico determina una pérdida de la CRA (HAMM, 1960), por la lógica disminución de cargas libres (SIERRA, 1977).

Músculos en estado pre-rigor tienen alta CRA y mejores propiedades de emulsificación de grasas que el músculo en estado de rigor o post-rigor. Estas mejores propiedades están directamente relacionadas con un alto nivel de ATP que resulta en un estado más relajado y una mayor hidratación miofibrilar y solubilidad (HAMM, 1972) ya que impide la unión irreversible de actina y miosina. Sin embargo JOLLEY et al. (1980-81) no observan influencia del nivel inicial de ATP sobre la CRA.

Tras la muerte, antes del inicio del rigor mortis, ocurre, debido al efecto de la disminución del pH (HAMM, 1981, 1982) y de la concentración del ATP, una reducción del sistema miofibrilar junto con una disminución de la CRA. La instauración del rigor mortis se asocia a una reducción de la CRA por la liberación de iones divalentes (Ca^{++} y Mg^{++}) y la consiguiente creación de puentes que aproximan las cadenas proteicas al combinarse estos iones con los grupos reactivos negativos de las proteínas.

La liberación de gotas (pérdidas por goteo) desde el músculo parece ser dependiente del estado de contracción (GOLDMAN et al., 1979) (sarcómeros contraídos, fibrillas o fibras) después de la instauración del rigor y es debido a la reducción del espacio filamental (HONIKEL et al., 1986), quizá también cambios en la membrana celular (fenómenos osmóticos y cambios en la permeabilidad) (CURRIE y WOLFE, 1983), que resulta en una liberación del agua en el espacio extracelular, en definitiva el rigor (contracción) actuaría exprimiendo el músculo, que soltaría el agua por goteo a través de las superficies de corte (SIERRA, 1977).

La causa más importante para ocasionar un aumento de la CRA durante la maduración, sería el incremento del pH durante el mencionado proceso, hecho que no se produce en el trabajo sobre carne ovina de BELTRÁN (1988).

La mayoría de los autores consultados señalan mayores pérdidas en la carne en un cocinado lento (ABOUGROUN et al., 1985; BRADY y PENFIELD, 1981; DINARDO et al 1984; SEUSS et al., 1986; POSPIECH y HONIKEL, 1991), mientras otros tienen una opinión opuesta (APPEL y LÖFQVIST, 1978; CHOUN et al., 1986).

Finalmente existe otra postura que señala que el grado de cocinado no afecta la CRA del tejido muscular (TYSZKIEWICZ et al, 1966). Sin embargo es preciso destacar también el factor tipo de cocinado (no sólo tiempo) en función de la temperatura, presencia de agua, calor directo, tamaño, grosor y preparación previa de la pieza (SIERRA, 1977).

2.8.1.- FACTORES DE VARIACIÓN

2.8.1.1.- Intrínsecos

2.8.1.1.1.- Tipo de músculo

Existen diferencias entre músculos de un mismo animal (LABORDE et al., 1985) o incluso se han señalado variaciones dentro del mismo músculo. La relación agua/proteína influiría en la capacidad de retención de agua; disminuyendo conforme aumenta esta relación.

2.8.1.1.2.- Especie

En general, la especie define a aquel que tiene carnes más exudativas al ser más sensible al estrés.

2.8.1.1.3.- Sexo

No parece ser muy importante, aunque algún autor muestra alguna influencia (KAUFFMAN et al., 1986a), posiblemente debido a la mayor presencia del contenido de lípidos en las hembras (SIERRA, 1977).

2.8.1.1.4.- Madurez

En los recursos pesqueros el poder de retención de agua disminuye con la edad siendo menor el porcentaje de jugo exprimible en la carne de adultos que en juveniles. SAÑUDO y SIERRA (1982) y LÓPEZ (1988) indican que en animales de mayor edad hay una menor CRA.

2.8.1.2.- Extrínsecos

2.8.1.2.1.- Método de captura

El método de captura influye mucho en la CRA, ya que muchas veces estos fatigan tanto el recurso que los valores y fases de rigor mortis son tan bajos y cortos debido a la liberación de ácido láctico en el musculo del recurso.

2.8.1.2.2.- Procesado

Este es un factor de mucha importancia porque aquí se debe dar prioridad al tiempo de permanencia hasta que el producto llega a ser congelado, cocido u otro acondicionamiento, sin descuidar la cadena de conservación con hielo o refrigerado.

Las pérdidas de peso y palatabilidad son también un efecto de disminución de la CRA. En los productos procesados es importante tener una proporción adecuada de proteína/agua, tanto para fines de aceptación organoléptica como para obtener un rendimiento suficiente en el peso del producto terminado.

2.8.1.2.3.- El pH

Como ya se ha comentado anteriormente el pH es un factor importante ligado a la CRA, presentando una correlación de 0,927 (THOMSEN y ZEUTHEN, 1988). El incremento en la CRA en el intervalo de medida del pH desde 5,40 a 5,85 corresponde claramente con la curvatura pH-CRA señalada por HAMM (1960).

El pH tiene un efecto definitivo en la CRA. El pH en el cual la CRA está en su mínimo valor (pH= 5.5) corresponde al punto isoelectrico de la actomiosina, que constituye el mayor porcentaje de las proteínas estructurales del músculo. Según avanza la rigidez cadavérica, se induce una degradación de ATP en el músculo y se produce un mayor entrecruzamiento entre la actina y la miosina, lo que da como resultado una reducción considerable de la CRA durante las primeras horas *post-mortem*. Este fenómeno hace que la CRA del músculo pre rigor sea mucho mayor que en el músculo post *rigor*.

2.8.1.2.4.- Grado de acidificación

La velocidad y el grado de acidificación de los músculos después de la captura, cosecha o sacrificio tienen un profundo efecto sobre la palidez y la consistencia y el grado de pérdidas de fluidos por exudación. Esto viene determinado por una mayor desnaturalización de las proteínas miofibrilares y sarcoplásmicas solubles (OLIVER et al., 1989).

2.8.1.2.5.- Temperatura

Además de todo lo comentado anteriormente, la interacción pH-temperatura es especialmente importante en los paquetes musculares del recurso.

La disminución de la CRA se aprecia a partir de los 40 °C (WIERBICKI et al., 1963) y la modificación más importante tiene lugar entre los 40 y 50°C. La duración del calentamiento influye poco en la CRA (HAMM e IWATA, 1962). Una modelización empírica de la disminución de la CRA ha demostrado (LAROCHÉ, 1982) que la duración del calentamiento influye como máximo en el 10% de la disminución de la CRA, a temperaturas de calentamiento relativamente bajas (50-60°C).

2.8.1.2.6.- Congelación

La acción de formación de hielo en la rotura del tejido muscular y en el descenso de la CRA es bien conocida (JALANG et al., 1987). La formación y modificación de cristales de hielo conducen a una redistribución del agua, que afecta a su reentrada en los sitios originales (rehidratación proteica y CRA) resultando una eliminación de agua de los tejidos como exudado (CONNELL, 1968; MATSUMOTO, 1979). CALVELO (1981) explica la pérdida de CRA del tejido por la acumulación de solutos y

su relación con las membranas, además de la distorsión del tejido resultado de la formación de grandes cristales extracelulares.

Las pérdidas de peso que sufren los músculos durante la descongelación son menores al estar los músculos unidos al esqueleto; esto tiende a reducir la exudación al mínimo. Deben descongelarse lentamente para reducir el goteo al mínimo (YEATES, 1967).

Durante el almacenamiento en congelación el músculo se puede tornar duro o elástico, con características chiclosas, acompañado por la pérdida en las propiedades funcionales, principalmente solubilidad, capacidad de retención de agua, capacidad de gelificación, capacidad de emulsificación, entre otras (Sikorski y Kolakowska, 1994).

Flores y Bermell. (1984) estudiaron el efecto de la concentración de sal residual y contenido de fosfatos en surimi de abadejo de Alaska (*Theragra chalcogramma*) después de 9 ciclos de congelación-descongelación. Encontrando que en general, la habilidad de retener agua decrece conforme se extienden los ciclos de congelación, especialmente cuando se comparan 0 y 9 ciclos de congelación-descongelación.

En general, la congelación y el almacenamiento en estado congelado motivan la desnaturalización y agregación de las proteínas; así como la ruptura de células musculares. Estas modificaciones son pequeñas cuando la congelación es rápida (ultra congelación), lo que permite que se formen cristales de hielo muy pequeños respecto al tamaño celular. Pero, si la congelación es lenta, dependiendo del tamaño del pescado, en sus tejidos se forman grandes cristales de hielo,

lo que permite la salida de nutrientes y, por tanto, un proceso de deshidratación de los pescados.

Las principales consecuencias de estos fenómenos son: una mayor liberación de enzimas que actuaran sobre las grasas enranciándolas y descenso en la capacidad de retención de agua, que se manifiesta después de la descongelación por un gran exudado, produciendo pérdida de peso considerable y textura muy reseca.

En este sentido, Sánchez-González y col. (2008), al determinar la CRA en geles obtenidos de surimi de abadejo de Alaska (*Theragra chalcogramma*), encontraron un incremento significativo de la CRA en los geles comparada con la del surimi o soles. También reportan que la CRA obtenida fue mayor a la reportada por otros autores como Sánchez-Alonso y col. (2006), que lo atribuyeron a los diferentes métodos de medición.

Esta propiedad de la carne se debe, en última instancia, al estado químico de las proteínas del músculo, aunque no se conocen con exactitud los mecanismos de inmovilización del agua dentro del tejido muscular (Hamm, 1975).

2.8.1.2.7.- El picado

Muestras picadas retienen significativamente menor humedad que las muestras enteras, esta diferencia es esperada pues se produce un daño estructural en el picado (BOUTON et al., 1971).

2.8.1.2.8.- Adición de polifosfatos y sales

Los polifosfatos usados como aditivos, constituyen una gama de productos denominados "retenedores de agua" pues son polielectrolitos que se encuentran fuertemente

cargados negativamente por lo que atraen moléculas de agua facilitando su retención. El equilibrio entre agua libre y ligada se desplaza en función de las condiciones del medio. Los polifosfatos actúan como secuestrantes, mediante los complejos Ca^{++} y Mg^{++} influyendo así en la retención de agua, pues complejan las cationes disminuyendo sus enlaces, abren las cadenas peptídicas y el medio se hidrata. Los fosfatos alcalinos ayudan a retener el agua que exuda en los ciclos de congelación-descongelación.

Añadiendo cloruro sódico a la carne se puede cambiar el punto isoelectrico hacia menores pH, y a valores de pH mayores de 5, la presencia de sal da lugar a un incremento de la capacidad de retención de agua (SCHUT, 1976). Por otra parte la sal incrementa la solubilidad de las proteínas del músculo y la CRA (HAMM, 1960).

2.8.2.- MÉTODOS DE MEDIDA

Existe un gran número de métodos para intentar determinar la CRA del músculo. Aunque algunos de ellos presentan ciertas ventajas, lo cierto es que no es posible comparar los valores absolutos obtenidos con diferentes métodos, ya que cada uno tiene su fin (TROUT, 1988).

Se basan en la aplicación de una fuerza, que puede ser presión o de succión, sobre una muestra de carne, provocando la expulsión de cierta cantidad de agua de la muestra. La presión puede ser ejercida también por la contracción durante el almacenamiento o el calentamiento.

KAUFFMAN et al. (1986b) los clasifican en 4 grupos:

2.8.2.1.- Métodos basados en una pérdida de peso:

- a) Pérdidas por goteo. Basado en la pérdida de peso de la muestra de carne tras mantenerla en unas determinadas

condiciones de almacenamiento (TAYLOR y DANT, 1971; HONIKEL et al., 1980).

- b) Pérdidas por cocinado (LEE et al., 1978). Se basa en el cálculo del agua expulsada a partir de una muestra de carne, una vez que ha sido sometida a cocción en un baño de agua en ebullición.

2.8.2.2.- Técnicas de laboratorio:

- a) Centrifugación: a baja velocidad (WIERBICKI et al., 1962) o alta velocidad (BOUTON et al., 1971).
- b) Test de porcentaje de transmisión basado en las variaciones de la solubilidad de las proteínas (HART, 1962).
- c) Test de permitividad: capacitancia eléctrica y ratio de constante dieléctrica (GRANT et al., 1978).

2.8.2.3.- Método de presión en papel filtro (GRAU y HAMM, 1953).

Es uno de los métodos más utilizados para calcular la CRA de carnes y pescados es el método de presión en papel de filtro. Esta determinación experimental se basa en la medida del agua expulsada por la muestra al aplicarle una presión elevada por medio de dos placas de vidrio o metacrilato.

Este procedimiento fue desarrollado inicialmente por Grau y Hamm y en la actualidad existen diferentes modificaciones para adaptar esta metodología a diferentes tipos de alimentos. Las principales ventajas de este procedimiento son su bajo coste, ya que no precisa equipamiento específico para poder llevarse a cabo, rapidez, versatilidad y el hecho de no necesitar gran cantidad de muestra.

Esta técnica puede ser utilizada en diferentes tipos de productos, como carnes trituradas o músculos íntegros,

productos con o sin agua añadida, y también en carnes y pescados que han sido sometidos a tratamientos térmicos.

2.8.2.4.- Otros métodos rápidos:

- a) Método del volumétrico-capilar (HOFMANN, 1975), se basa en la curva presión-volumen resultante de la aplicación de incremento de presión.
- b) Test de absorción: absorción de exceso de fluido (KAUFFMAN et al., 1986a).

Otros métodos que empiezan a emplearse son:

- **La Técnica de Resonancia Magnética Nuclear (RMN)** (TROUT, 1988 y KOPP, 1988) basado en la medida del tamaño de los poros y capilares en los que el agua esta inmovilizada. Esta técnica resulta interesante al no ser invasiva y no modificar la microestructura, pero precisa instrumental de elevado precio.
- **Uso de un espectrofotómetro de fibra óptica** (SWATLAND y BARBUT, 1990, 1991). Los tejidos conectivos en la carne son fuertemente fluorescentes cuando son excitados a 370 nm. Es posible medir un amplio rango de propiedades como es la capacidad de retención de agua y funcionalidad de proteínas relacionadas con el pH.
- **La Fibra Óptica de Calidad de Carne (FOP)** midiendo la dispersión interna de la luz en el músculo, el Quality Meter (CE) determinando la conductividad eléctrica y el Reflectómetro (GOFO), predicen la CRA, siendo capaces de discriminar entre canales PSE y normales (DIESTRE et al., 1989).
- **El tensiómetro** (KIM et al., 1995) detecta las variaciones de los fluidos libres en el músculo, puede utilizarse de forma rápida sin

alterar el valor comercial del producto, aunque tiene el inconveniente de que en ocasiones no funciona correctamente.

Estos métodos a veces son utilizados conjuntamente pues las limitaciones de cada uno aparecen complementadas o paliadas por la utilidad del otro.

Existen varios métodos efectivos que determinan la CRA pero la decisión de su uso depende de diversas circunstancias incluyendo el tiempo requerido, coste inicial, adaptabilidad, tipo de producto a ser medido y propósito del estudio.

Así el método que más se adapta a nuestras necesidades ha sido: el método de compresión (CHILDS y BALDELLI, 1934; GRAU y HAMM, 1953, 1957; WIERBICKI y DEATHERAGE, 1958), también denominado "método de presión del papel de filtro" (KARMAS y TURK, 1976). Nosotros emplearemos una variante del método de GRAU y HAMM (1957) desarrollada por SIERRA (1973a), que será descrita en la metodología.

Se basan en la medida del agua expulsada por una muestra de carne al aplicarle una presión elevada (peso o por ajuste con tornillos) por medio de dos placas de vidrio o metacrilato. La determinación del agua expulsada se puede realizar de 3 formas: por diferencia de pesada de la carne antes y después o del papel de filtro que ha absorbido el agua, por cálculo del área de este papel de filtro, sin tener en cuenta la zona ocupada por la carne una vez comprimida o por un sistema óptico electrónico (análisis de imagen) (BARGE et al., 1991).

Es un método muy utilizado por su rapidez, fiabilidad y sencillez, detecta las pequeñas diferencias de CRA (TSAI y OCKERMAN, 1981). Adecuado sobre todo para mediciones en carne fresca así como las pérdidas durante el almacenado en refrigeración (KAUFFMAN et al.,

1986b), aunque no es útil en muestras que contengan gran cantidad de grasa o agua (GRAU y HAMM, 1957; TSAI y OCKERMAN, 1981).

No obstante hay que tener en cuenta según ZHANG et al. (1993) en la realización de este método que la CRA disminuye con la presión ejercida y con la duración del test, así como disminuye con el tamaño de la muestra y con la concentración de sal.

TSAI y OCKERMAN (1981) encuentran altas correlaciones ($r= 0.88-0.99$) significativas entre este método (WIERBICKI y DEATHERAGE, 1958) y el método de centrifugación (MILLER et al., 1968). El método de compresión (GRAU y HAMM, 1957) es más rápido y más fácilmente reproducible que el método de centrifugación a baja velocidad de WIERBICKI et al. (1957) o la técnica de ultra centrifugación de BOUTON et al. (1971).

La determinación de la capacidad de retención del agua es un método acreditado para analizar el grado de desnaturalización de proteínas en el tejido muscular. Si hasta ahora el objetivo primordial fue el análisis de material crudo, el siguiente método y su correspondiente recipiente para muestras fueron desarrollados expresamente para el análisis de muestras hervidas.

En la fabricación de platos precocinados a partir de productos de pescado, por ejemplo, se pretende conservar la buena calidad del pescado. Para ello son imprescindibles controles de calidad en los diferentes niveles del proceso de fabricación. Sobre todo en el calentamiento se producen modificaciones en el tejido muscular debido a la desnaturalización de las proteínas. El tejido muscular del pescado no debería descomponerse y mantenerse tierno después de la cocción.

Mediante la determinación de la capacidad de retención del agua y de la pérdida por cocción puede deducirse el grado de desnaturalización de las proteínas y, en consecuencia, la calidad del pescado cocinado. Por ello se trata de un método objetivo y reproducible.

Con este método pueden determinarse con precisión la pérdida por cocción y la capacidad de retención del agua de muestras hervidas. Los procedimientos anteriores fueron desarrollados para el análisis de material crudo y son inadecuados para el análisis de la cinética de pérdida por cocción y capacidad de retención del agua de muestras hervidas, ya que para ello se requiere un calentamiento rápido y uniforme del material a analizar. Gracias al diseño especial de los recipientes para muestras de nuevo desarrollo, la transmisión de calor desde el medio de atemperación hacia la muestra se realiza de forma rápida y uniforme. De este modo pueden determinarse con exactitud las variaciones de la calidad debidas a los procesos de atemperación, pudiéndose optimizar los procesos de fabricación en caso necesario. (**Sigrid Bauknecht-Lechler**).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Muchas de las propiedades físicas del músculo en cárnicos como el color, la textura, la firmeza, así como la jugosidad y la suavidad de la carne procesada, dependen en parte de la capacidad de retención de agua. La CRA es particularmente importante en productos picados o molidos, en los cuales se ha perdido la integridad de la fibra muscular y, por lo tanto, no existe una retención física del agua libre. Las pérdidas de peso y palatabilidad son también un efecto de disminución de la CRA. En los productos pesqueros procesados es importante tener una proporción adecuada de proteína/agua, tanto para fines de aceptación organoléptica como para obtener un rendimiento suficiente en el peso del producto terminado.

3.1. UBICACIÓN DEL PROYECTO

El presente trabajo de investigación titulado **Determinación de la capacidad de retención de agua (CRA) en productos derivados del calamar gigante *Dosidicus gigas* (D'Orbigny 1835)**, las muestras procedieron de la empresa pesquera ALTAMAR FOODS PERÚ S.R.L. (PAITA), ubicada en Carretera Paita - Sullana Manzana. B Lote. 03 Zona Industrial II, Departamento de Piura, Paita. Las determinaciones del valor CRA se desarrollaron en el Laboratorio de Control de Calidad de la Facultad de Ingeniería Pesquera de la Universidad Nacional de Piura.

3.2. MATERIALES Y EQUIPOS

3.2.1. Materiales

- Bolsas de polipropileno.
- Plumón indeleble.
- Cooler de 10 litros.
- Cinta de embalaje.
- Canastillas caladas.
- Guantes quirúrgicos.
- Indumentaria completa.
- Paneras plásticas de 1000 gr de capacidad.

- Lavadores plásticos.
- Calculadora digital.
- Cuchillos.
- Pizeta con agua destilada
- Papel filtro
- Tablillas de teflón
- Pinzas
- Pesas graduadas de 1 a 10 kg.
- Placa de vidrio
- Campana de desecación.

3.2.2. Equipos

- Termómetro
- Balanza analítica
- Cámara digital.
- Estufa eléctrica

3.2.3. Materias primas:

- Pota (Filete fresco)
- Pota (Productos congelados: diversos formatos procesados en la empresa)

3.3. METODOLOGÍA

El presente estudio se caracterizó por tratarse de una investigación que se enmarcó netamente en determinar la existencia o no de la variación de la capacidad de retención de agua en los productos derivados de calamar gigante en fresco y congelado elaborados por la empresa pesquera ALTAMAR FOODS de la Provincia de Paíta. Lo que nos ha permitido evaluar el comportamiento de esta variable de gran importancia para el procesado de productos cárnicos como embutidos, hamburguesas, snack y otros similares.

Se aplicó el Método Científico, registros, y procesamiento de las unidades de análisis las cuales se realizaron en el Laboratorio de Control de Calidad de la Facultad de Ingeniería Pesquera de la Universidad Nacional de Piura.

El desarrollo de este trabajo de tesis se desarrolló en un período de 6 meses. La fase de recolección de muestras se realizó en la empresa pesquera Altamar Foods Perú S.R.L., Ubicada en Mz. B, Lote 05, Zona Industrial II, Paita – Piura y la fase experimental de la determinación de la CRA se realizó en el Laboratorio de Control de Calidad de la Facultad de Ingeniería Pesquera de la Universidad Nacional de Piura.

3.4. HIPÓTESIS

Las hipótesis planteadas y que se demostraron en este trabajo de tesis abordadas fueron las que se describen a continuación:

3.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

La Capacidad de Retención de agua en el calamar gigante (*Dosidicus gigas*) varía significativamente en los productos obtenidos.

3.4.2. HIPÓTESIS ALTERNATIVA

La Capacidad de Retención de agua en el calamar gigante (*Dosidicus gigas*) no varía significativamente en los productos obtenidos.

3.5. PROCEDIMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

3.5.1. PRIMERA ETAPA: La primera etapa que se realizó para dar inicio al trabajo de tesis fue obtener las muestras de los productos de calamar gigante (*D. gigas*) procesados en la empresa pesquera ALTAMAR FOODS S.R.L. En los cuales se seleccionaron productos frescos, congelados y precocidos, para las determinaciones del valor de la capacidad de retención de agua (valor CRA) en estos productos.

3.5.2. SEGUNDA ETAPA:

Se estibarón las muestras en caja térmica para el envío al Laboratorio de Control de Calidad de la Facultad de Ingeniería Pesquera de la Universidad Nacional de Piura las muestras seleccionadas.

3.5.3. TERCERA ETAPA:

Recepcionadas las muestras se procedió a determinar la capacidad de retención de agua, siguiendo la metodología del método del prensado. Cada una de las pruebas se realizó por duplicado, siendo el resultado final el promedio de las repeticiones.

3.5.4. CUARTA ETAPA:

Se elaboró el diseño estadístico para determinar la desviación estándar a través de un modelo de regresión lineal simple, la cual es una medida de dispersión, que nos indica cuánto pueden alejarse los valores respecto al promedio (media).

Imagen No 05. PRODUCTOS DE CALAMAR GIGANTE (*D. gigas*).



Fuente: Altamar Foods

3.6. UNIDAD EXPERIMENTAL

La unidad experimental en la presente investigación estuvo conformada por porciones de 200 gramos de: filetes, anillas, botones, tentáculos y daruma, obtenidos del calamar gigante, las cuales son procesadas en la empresa pesquera Altamar Foods Perú S.R.L.

3.7. VARIABLES DE ESTUDIO

3.7.1. VARIABLE INDEPENDIENTE:

Para este caso se consideró como variable independiente las presentaciones de filetes, anillas, botones, tentáculos y daruma obtenidos a partir del calamar gigante.

3.7.2. VARIABLE DEPENDIENTE:

Para este caso se consideró como variable dependiente la Capacidad de Retención de Agua.

3.8. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se realizó el Diseño experimental tomándose en cuenta en base a los formatos de productos y repeticiones de determinaciones establecidas.

Repetición (R)	PRESENTACIONES				
	F	A	B	D	T
R1	R1F	R1A	R1B	R1D	R1T
R2	R2F	R2A	R2B	R2D	R2T

Donde:

F: Filetes

A: Anillas

B: Botones

D: Daruma

T: Tentáculos

3.9. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

Los resultados obtenidos de la determinación del valor CRA en las muestras seleccionadas fueron sometidos a análisis de varianza ANVA al 0.05, con un diseño experimental completamente al azar (DCA) con dos repeticiones, y análisis de un modelo de regresión lineal simple. Para estos análisis se utilizó el paquete estadístico “SPSS 8.0 for Windows”.

3.10. PROCESO DE DESARROLLO DEL TRABAJO DE TESIS.

Con la presente investigación se determinó el comportamiento del valor CRA en los diversos productos que se obtienen del calamar gigante, en que se logró evaluar las fluctuaciones y significancia respectiva.

Esta propiedad se debe, en última instancia, al estado químico de las proteínas del músculo, aunque no se conocen con exactitud los mecanismos de inmovilización del agua dentro del tejido muscular.

Otros factores que afectan a la CRA son la cantidad de grasa, el pH y el tiempo que ha transcurrido desde la captura del recurso hasta su ingreso a sala de proceso. Se considera que un máximo de 5% del agua total del músculo está ligada a través de grupos hidrofílicos de las proteínas (agua fuertemente ligada). Una cantidad considerable de agua se inmoviliza debido a la configuración física de las proteínas (agua débilmente ligada). El agua que puede expelerse del músculo cuando se aplica una fuerza externa es el agua libre.

7.1. PROCEDIMIENTO DEL ESTUDIO

- Se toman aproximadamente 0.3 g de muestra, exactamente pesados (m_1).
- La muestra se coloca entre dos papeles de filtro previamente desecados. A continuación, la muestra con el papel se pone entre las dos placas acrílicas sobre las que se aplica una presión de 10 kg durante 15 min.
- Transcurrido este tiempo, se retira el peso y se separa la muestra del papel, procurando eliminar cualquier resto de tejido que pudiera quedar adherido. El papel de filtro se pesa (m_2) y a continuación, se lleva a una estufa a 60 °C donde se seca durante 24 h.

- Tras este periodo de secado, el papel de filtro se pesa de nuevo (m_3).
- A partir estos datos y del valor de humedad del alimento se calcula la CRA de la muestra empleando la ecuación 1. El valor obtenido vendrá expresado como g de agua retenida por 100 g de agua en la muestra.

$$CRA(g\ H_2O\ retenida/100\ g\ H_2O) = \frac{(m_1 \cdot H) - (m_2 - m_3)}{(m_1 \cdot H)} \cdot 100$$

Ecuación 1. Cálculo de la CRA de la muestra.

donde:

m_1 = masa de la muestra (g).

m_2 = masa del papel de filtro húmedo (g).

m_3 = masa del papel de filtro seco (g).

H = contenido en humedad de la muestra (g de H_2O /g de muestra).

7.2. ANÁLISIS DE HUMEDAD

Existen un número considerable de técnicas analíticas para determinar una propiedad particular del alimento. De ahí que es necesario seleccionar la más apropiada para la aplicación específica. La técnica seleccionada dependerá de la propiedad que sea medida, del tipo de alimento a analizar y la razón de llevar a cabo el análisis.

La determinación que se realizó a las muestras seleccionadas para conocer el contenido de humedad fue la determinación gravimétrica o el método de la estufa. La cual se detalla a continuación.

7.2.1. % Humedad: Se realizó por diferencia de peso seco, la muestra se colocó en un crisol de porcelana y se dejó 12 horas a 105° C en la estufa.

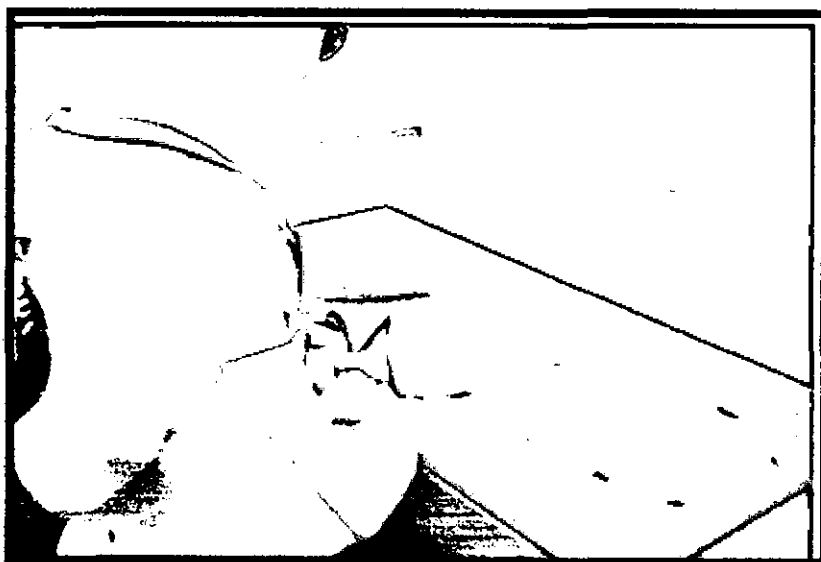
$$\% \text{ Humedad} = \frac{\text{Peso muestra inicial} - \text{Peso muestra final}}{\text{Peso muestra inicial}} \cdot 100$$

Cuadro No 01: Método de análisis según el componente a determinar

DETERMINACIÓN	MÉTODO	TIEMPO
<i>HUMEDAD</i>	Gravimétrico (Ref. N.T.P 209.264-2001)	12 horas

Fuente: Laboratorio Control de Calidad FIP-UNP

Imagen No 06. Rectificado de filete precocido de calamar gigante o pota
Dosidicus gigas.



Fuente: Altamar Foods

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS:

Durante el desarrollo de fase experimental del presente trabajo de tesis, se realizaron las determinaciones de la composición de humedad a las diversas muestras seleccionadas para la determinación de la Capacidad de Retención de Agua (CRA) en los productos del calamar gigante (*Dosidicus gigas*), las que se realizaron en el Laboratorio de Control de Calidad de la Facultad de Ingeniería Pesquera de la Universidad Nacional de Piura.

Los análisis tuvieron como fin determinar y evaluar la variación de la composición de Humedad, determinándose de esta manera el nivel de significancia de este valor CRA tanto en productos frescos congelados como para aquellos productos que recibieron un tratamiento térmico durante su proceso y posterior congelación.

4.2. ANÁLISIS DEL CONTENIDO PROXIMAL EN EL CALAMAR GIGANTE.

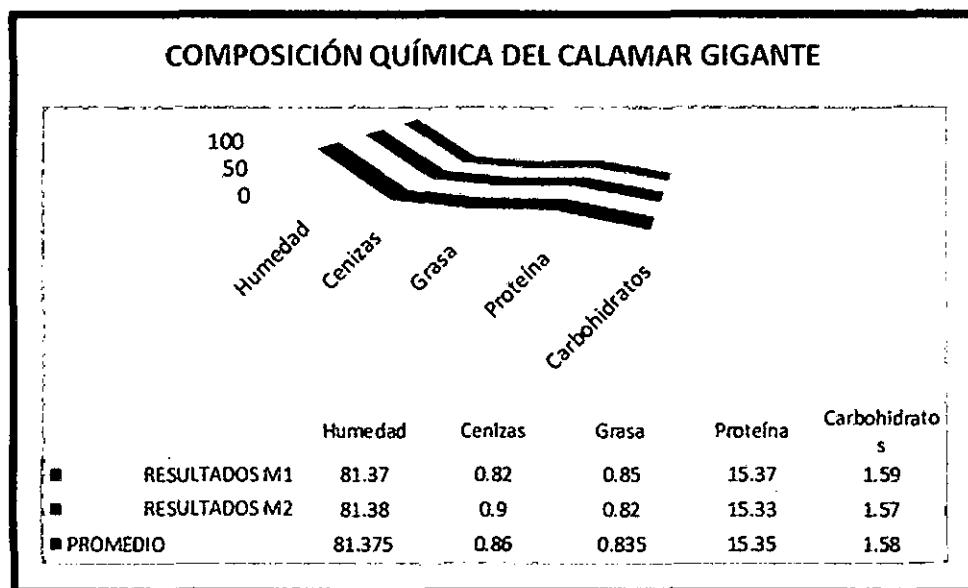
En el presente trabajo de investigación se realizó la determinación del contenido proximal en el calamar gigante, según se detalla en el cuadro N° 02. Siendo los parámetros de mayor relevancia para esta valoración del factor CRA, la humedad y la proteína.

Cuadro N° 02: Composición Química del Calamar gigante

ENSAYOS	UNIDADES	RESULTADOS		PROMEDIO
		M1	M2	
Humedad	%	81.37	81.38	81.375
Cenizas	%	0.82	0.9	0.86
Grasa	%	0.85	0.82	0.835
Proteína	%	15.37	15.33	15.35
Carbohidratos	%	1.59	1.57	1.58

Fuente: Laboratorio Control de Calidad FIP-UNP

Gráfico N° 01: Composición Química del Calamar gigante

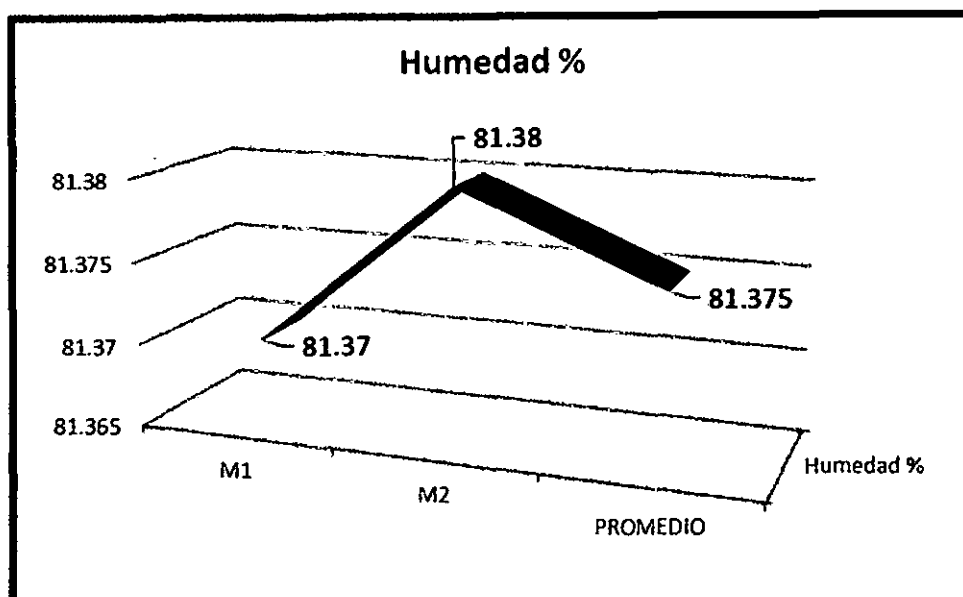


Fuente: Laboratorio Control de Calidad FIP-UNP

Para poder realizar los cálculos a partir de los valores recogidos en el Laboratorio de Control de Calidad de la Facultad de ingeniería Pesquera de la Universidad Nacional de Piura donde se realizaron los análisis respectivos, fue necesario conocer el valor de humedad de los productos con los que se está trabajando. Se registraron los valores de la composición bromatológica del calamar gigante (*Dosidicus gigas*), las muestras se tomaron de la empresa pesquera Altamar Foods Perú S.R.L. Se registró una media de 81.38% en lo que respecta a humedad y 15.35% para la proteína. (Ver gráfico N° 01).

En lo que respecta al contenido de humedad el valor máximo registrado en las muestras de calamar gigante fue de 81.38%, existiendo una diferencia no significativa al respecto con el valor promedio calculado para la humedad siendo este valor de 81.375%. Estos valores están representados en la gráfica N° 02.

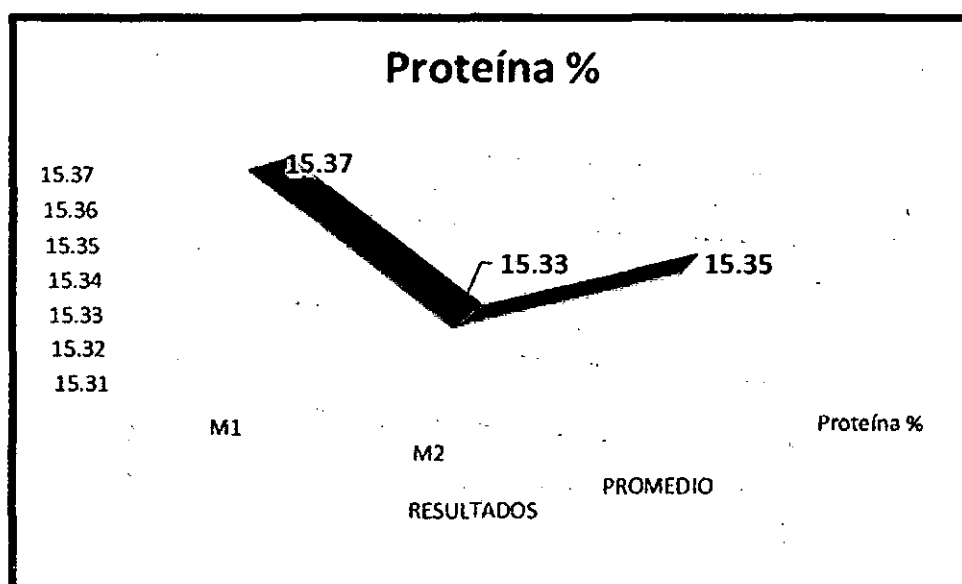
Gráfico N° 02: Contenido de Humedad en Calamar gigante



Fuente: Laboratorio Control de Calidad FIP-UNP

Como se puede apreciar en la gráfica N° 03, el contenido del valor proteico registrado para el calamar gigante en mi investigación fue de 15.33% considerándose un valor dentro de lo establecido para este tipo de recurso, y se registró una media de 15.35%, dando una significancia totalmente irrelevante de acuerdo a los valores determinados.

Gráfico N° 03: Contenido Proteico en Calamar gigante



Fuente: Laboratorio Control de Calidad FIP-UNP

4.3. ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE AGUA EN PRODUCTOS DEL CALAMAR GIGANTE.

En el cuadro N ° 03 se registraron todas las determinaciones realizadas para los productos procesados en la empresa pesquera Altamar Foods Perú S.R.L. – Paita. Para el calamar gigante (*Dosidicus gigas*).

Cuadro N° 03: Valor CRA en productos de Calamar gigante

PRODUCTOS	m1	m2	m3	H	CRA
ANILLAS PRECOC	0.3190	1.2140	1.0200	76.48	20.482
BOTONES PRECOC	0.3267	1.2500	1.0490	79.75	22.853
REJOS	0.3010	1.2180	1.0380	70.18	14.790
DARUMA	0.3130	1.2090	1.0280	74.84	22.73
DARUMA	0.3090	1.2050	1.0210	73.42	18.90
FILETE FRESCO	0.3170	1.4050	1.2500	81.38	39.92
FILETE FRESCO	0.3040	1.3880	1.2360	81.37	38.55
ANILLAS FRECON	0.3175	1.3040	1.0660	84.98	11.79
ANILLAS FRECON	0.3180	1.3060	1.0850	84.98	18.22
BOTONES FRECON	0.3640	1.3600	1.0880	87.90	14.99
BOTONES FRECON	0.3220	1.3180	1.0830	87.90	16.97

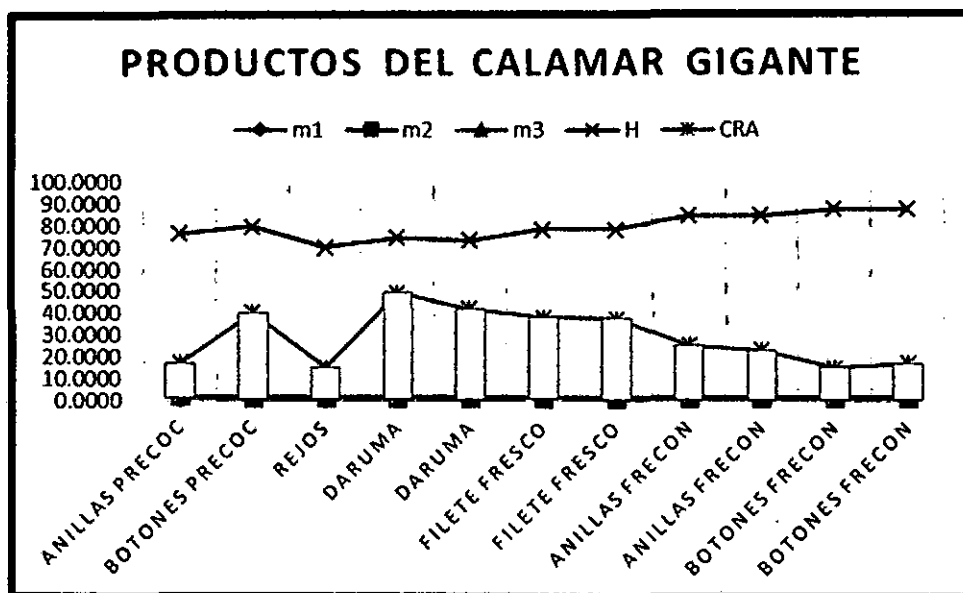
Fuente: Elaboración propia

Se trabajó con las presentaciones de los productos: Anillas Precocidas, botones precocidos, rejos precocidos, filete Daruma, filete fresco, anillas frescas y botones frescos, todos estos productos fueron congelados y descongelados para la determinación respectiva.

Se determinó que de todos los productos la presentación filete fresco es la que mayor valor CRA presentó, en segundo lugar los botones y anillas Precocidas, dando valores cercanos o aproximados para el filete Daruma, esto por ser productos casi similares en su proceso, sometidos a cocción, prensado y posterior congelamiento.

En cambio en las presentaciones de productos frescos como anillas y botones, los valores marcaron gran diferencia respecto al filete fresco, representando casi una variación del 61% respecto al filete. La representación de estos valores se pueden apreciar en la gráfica N ° 04.

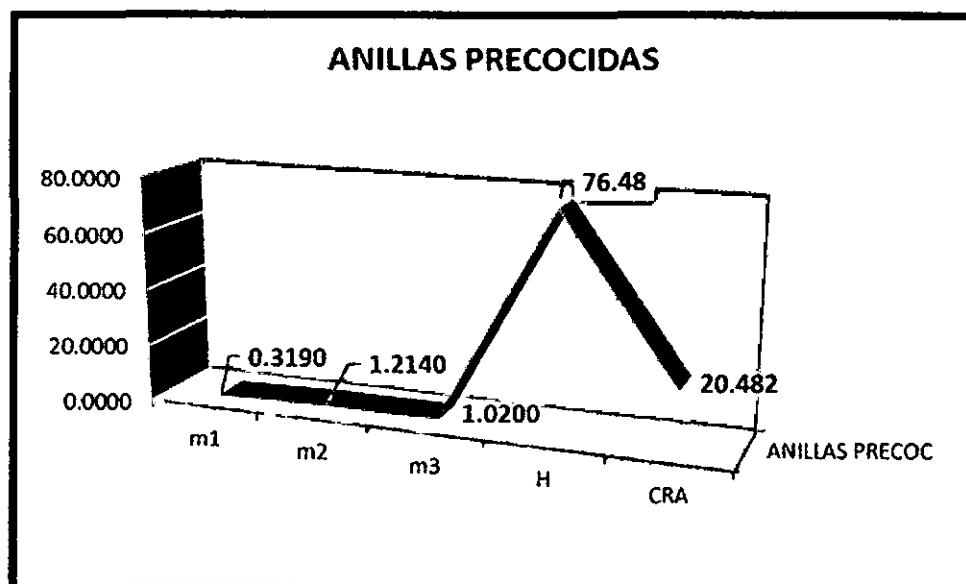
Grafico N° 04: Valor CRA en productos de Calamar gigante



Fuente: Elaboración propia

La determinación del valor CRA para anillas precocidas congeladas se determinó en 20.482 (Cuadro N ° 04 y grafico N ° 05), en cambio si analizamos el valor obtenido para la humedad este tipo de producto presentó el valor de 76.48%, que es valor que la mayoría de productos de esta naturaleza presentan.

Gráfico N° 05: CRA en Anillas Precocidas de Calamar Gigante



Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 04: CRA en Anillas Precocidas de Calamar gigante

PRODUCTOS	m1	m2	m3	H	CRA
ANILLAS PRECOC	0.3190	1.2140	1.0200	76.48	20.482

Fuente: Elaboración propia

En cambio los valores obtenidos para el producto denominado botones precocidos de calamar gigante presentó un 22.853 g de agua/100 g de agua total como valor CRA, además la humedad determinada para este producto fue de 79.75% , según se puede apreciar en el cuadro N ° 05.

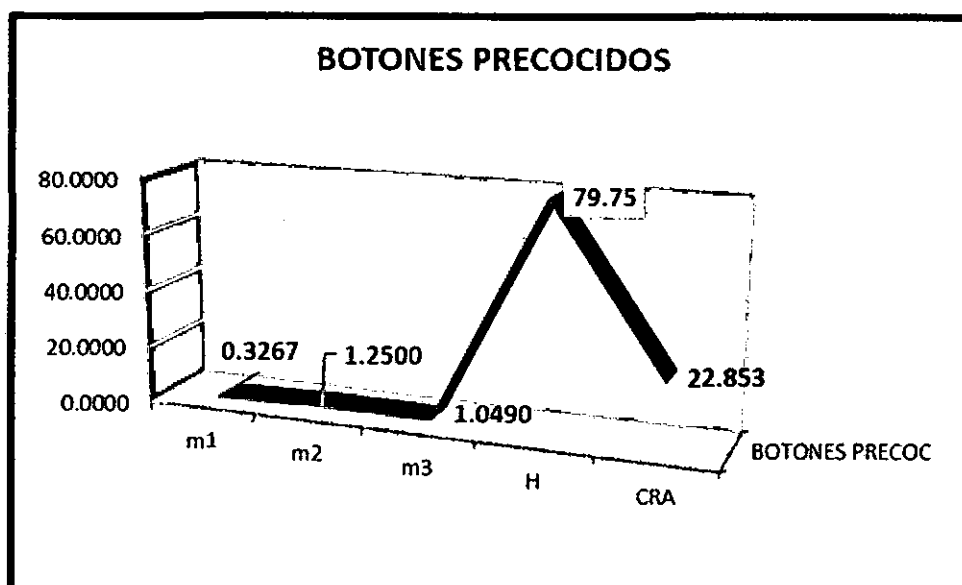
Cuadro N° 05: CRA en Botones Precocidos de Calamar gigante

PRODUCTOS	m1	m2	m3	H	CRA
BOTONES PRECOC	0.3267	1.2500	1.0490	79.75	22.853

Fuente: Elaboración propia

El valor CRA determinado y representado en la gráfica N ° 06 nos indica que este valor es más alto respecto a las anillas analizadas anteriormente, dando consistencia a la teoría que la proteína cuando es sometida a tratamiento térmico se desnaturaliza, perdiendo la capacidad de retener agua.

Gráfico N° 06: CRA en Botones Precocidas de Calamar gigante



Fuente: Elaboración propia

Para los rejos precocidos de pota o calamar gigante el valor CRA es muy bajo, siendo este 14.790 g de agua/100 g de agua total, coincidentemente el contenido de humedad reportado fue de 70.18%, la razón principal de estos valores se sustentan por que la conformación de los tejidos de estas secciones son mucho más fibrosas por lo que el valor CRA es menor al del manto de pota.

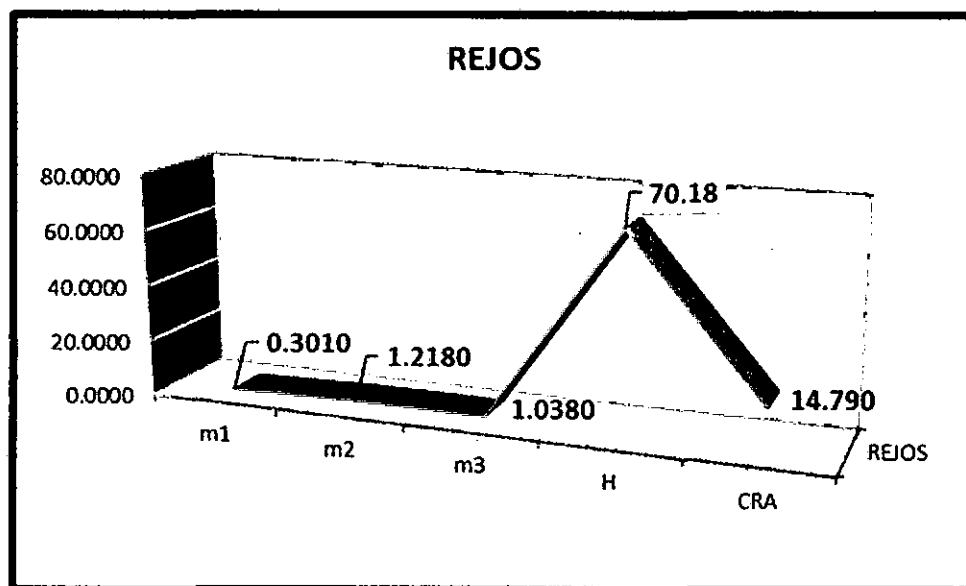
Cuadro N° 06: CRA en Rejos Precocidos de Calamar gigante

PRODUCTOS	m1	m2	m3	H	CRA
REJOS	0.3010	1.2180	1.0380	70.18	14.790

Fuente: Elaboración propia

Los valores tabulados en el cuadro N ° 06 y gráfico N ° 07, indican que el contenido de humedad es directamente proporcional al contenido del valor CRA, debido a la pérdida de capacidad de retención de agua libre en el musculo.

Gráfico N° 07: CRA en Rejos de Calamar gigante



Fuente: Elaboración propia

En el cuadro N ° 07 los valores representados para humedad en el producto Daruma nos da una media de 74.13% de contenido de agua, siendo el valor más alto de 74.84% para la muestra 01 y para la muestra 02 se registró el valor de 73.42%.

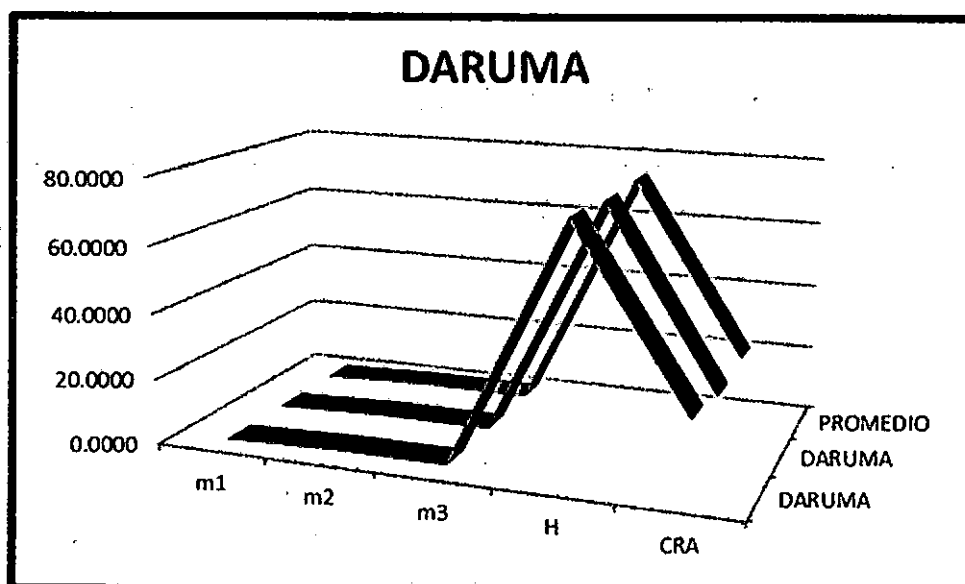
PRODUCTOS	m1	m2	m3	H	CRA
DARUMA	0.3130	1.2090	1.0280	74.84	22.73
DARUMA	0.3090	1.2050	1.0210	73.42	18.90
PROMEDIO	0.3110	1.2070	1.0245	74.13	20.81

Cuadro N° 07: CRA en Daruma de Calamar gigante

Fuente: Elaboración propia

En el gráfico N ° 08, se observa que el valor CRA para el Daruma fue de 22.73, 18.90 g de agua/100g de agua total, para las muestras 01 y 02, dándonos un valor estimado promedio de 20.81 g de agua/100g de agua.

Gráfico N° 08: CRA en Daruma de Calamar gigante



Fuente: Elaboración propia

Se hicieron determinaciones del valor CRA en productos frescos congelados como fueron las presentaciones de filetes frescos, anillas y botones de calamar gigante.

En el cuadro N ° 08 los valores determinados respecto a la humedad fueron de 81.38%, 81.37% para las muestras analizadas, obteniéndose un promedio similar a las determinaciones realizadas, por lo que la variación en este parámetro es de no relevancia.

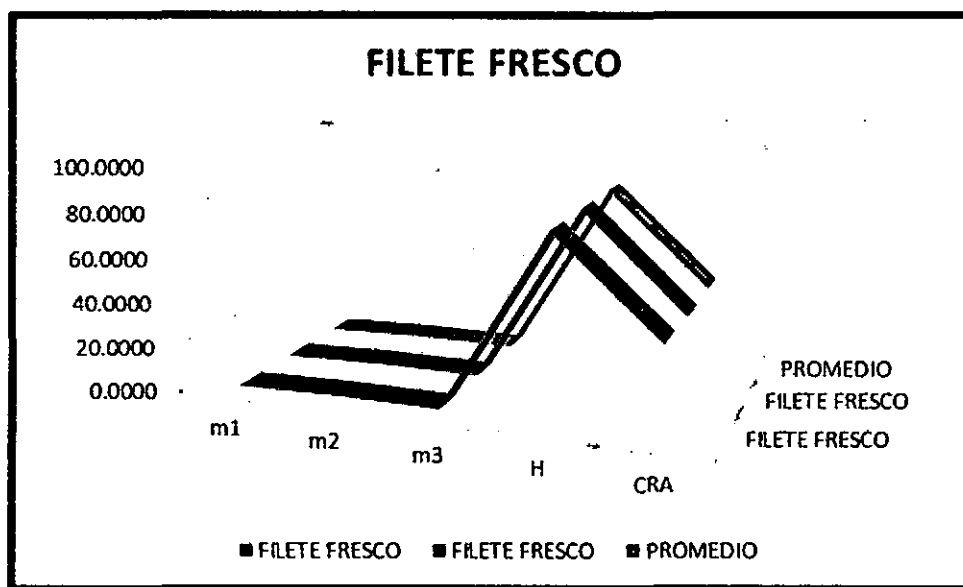
Cuadro N° 08: CRA en Filetes frescos congelados de Calamar gigante

PRODUCTOS	m1	m2	m3	H	CRA
FILETE FRESCO	0.3170	1.4050	1.2500	81.38	39.92
FILETE FRESCO	0.3040	1.3880	1.2360	81.37	38.55
PROMEDIO	0.3105	1.3965	1.2430	81.38	39.23

Fuente: Elaboración propia

Los valores calculados para este tipo de producto en lo que respecta a la CRA fueron 39.92 g de agua/100g de agua total, 38,55 y en promedio el valor determinado fue de 39.23 g de agua/100 g de agua total. Como se puede apreciar los valores son muy cercanos para este tipo de producto. Ver gráfico N ° 09.

Gráfico N° 09: CRA en Filetes frescos de Calamar gigante



Fuente: Elaboración propia

Para las anillas frescas congeladas las determinaciones de humedad en el cuadro N° 09 fue de 84.98%, alcanzando un promedio de 15.01 g de agua/100 g de agua total para el valor de la CRA. Este valor calculado está muy por debajo para productos frescos congelados e incluso por debajo de la CRA calculada para el mismo tipo de presentación precocida.

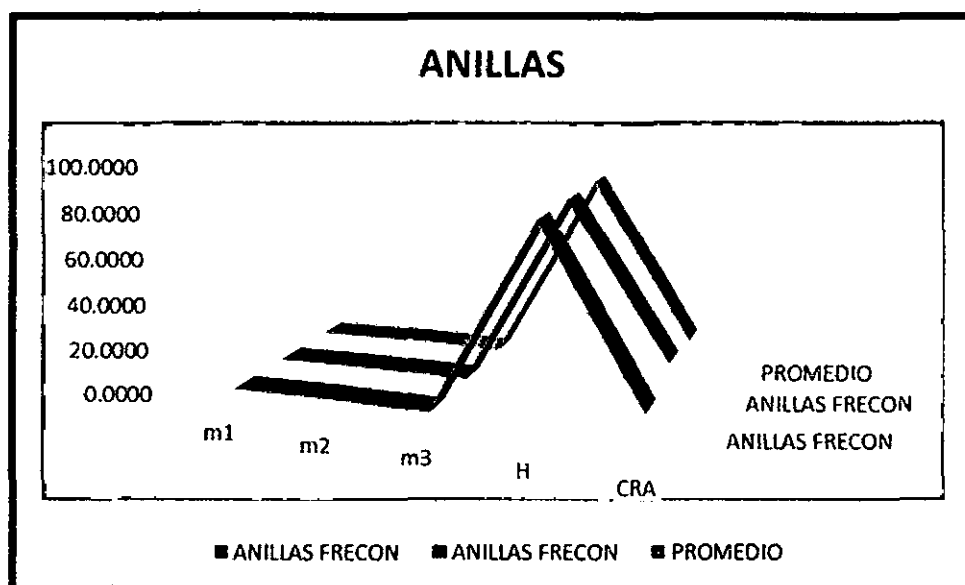
Debemos tener presente que la CRA es aquella aptitud que tiene el musculo (proteína de la carne) para retener el agua durante la aplicación de fuerzas externas como el corte, trituración, prensado y tratamiento térmico ya sea durante el procesamiento o cocinado final.

Cuadro N° 09: CRA en Anillas Frescas congeladas de Calamar gigante

PRODUCTOS	m1	m2	m3	H	CRA
ANILLAS FRECON	0.3175	1.3040	1.0660	84.98	11.79
ANILLAS FRECON	0.3180	1.3060	1.0850	84.98	18.22
PROMEDIO	0.3178	1.3050	1.0755	84.98	15.01

Fuente: Elaboración propia

Gráfico N° 10: CRA en Anillas Frescas congeladas de Calamar gigante



Fuente: Elaboración propia

Los valores calculados para los botones frescos congelados de calamar gigante se registraron en el cuadro N ° 10, se obtuvieron valores de 87.9% de humedad y un valor promedio de CRA de 15.98 g de agua/100 g de agua total, este valor es casi parecido al obtenido para las anillas frescas congeladas.

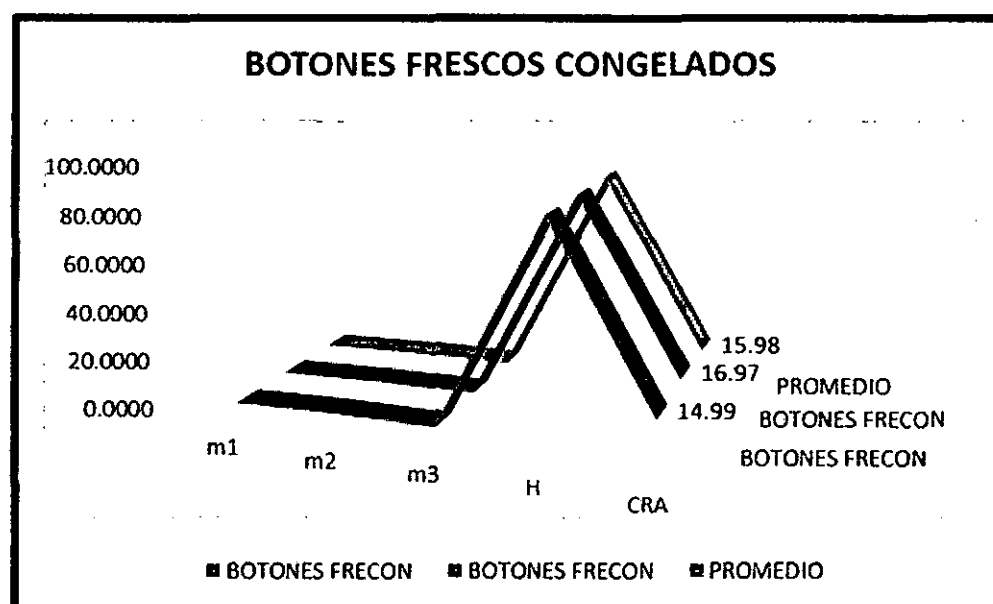
Cuadro N° 10: CRA en Botones Frescos congelados de Calamar gigante

PRODUCTOS	m1	m2	m3	H	CRA
BOTONES FRECON	0.3640	1.3600	1.0880	87.90	14.99
BOTONES FRECON	0.3220	1.3180	1.0830	87.90	16.97
PROMEDIO	0.3430	1.3390	1.0855	87.90	15.98

Fuente: Elaboración propia

En el gráfico N ° 11 se puede apreciar que los valores de la CRA determinada para los botones fueron 14.99 y 16.97 g de agua/ 100 g de agua total, siendo este valor CRA una de las propiedades funcionales más utilizadas por los investigadores para predecir las características de los sistemas en donde la carne forma parte esencial, sobre todo en la elaboración de productos cárnicos alternativos.

Gráfico N° 11: CRA en Botones Frescos congelados de Calamar gigante



Fuente: Elaboración propia

4.4. HUMEDAD Y VALOR CRA EN PRODUCTOS DE CALAMAR GIGANTE.

Fennema, O.E. (1995) dice, La CRA se define como la propiedad de una proteína cárnica para retener el agua tanto propia como añadida, cuando esta es sometida a un proceso de elaboración esta propiedad es importante en cualquier producto cárnico, ya que por medio de esta se determinan dos importantes parámetros económicos: la pérdida de peso en los procesos de transformación y la calidad de los componentes que conforman la carne disminuir su valor.

En los diversos tipos de productos sometidos a la determinación de la CRA se ha podido cuantificar este valor y compararlo con el contenido de humedad por producto (cuadro N ° 11), teniendo tanto determinaciones para presentaciones de productos frescos y productos sometidos a procesos de cocción, ambos fueron posteriormente congelados en blocks.

Cuadro N° 11: Comparativo de Humedad y valor CRA en productos de Calamar gigante

PRODUCTOS	H	CRA
ANILLAS PRECOC	76.48	20.482
BOTONES PRECOC	79.75	22.853
REJOS	70.18	14.790
DARUMA	74.84	22.73
DARUMA	73.42	18.90
FILETE FRESCO	81.38	39.92
FILETE FRESCO	81.37	38.55
ANILLAS FRECON	84.98	11.79
ANILLAS FRECON	84.98	18.22
BOTONES FRECON	87.90	14.99
BOTONES FRECON	87.90	16.97

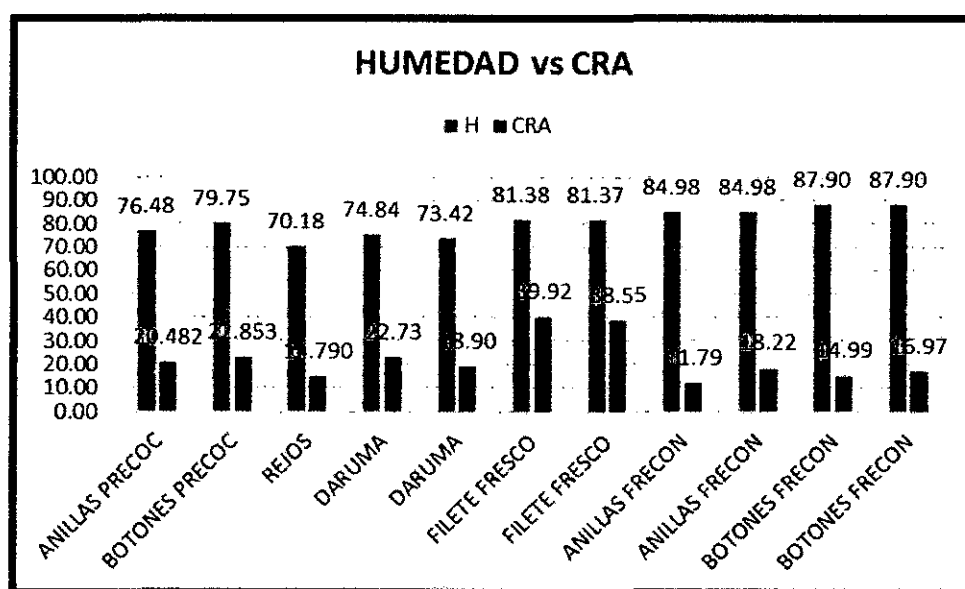
Fuente: Elaboración propia

La presentación en fresco congelada de filetes fue la que mayor valor CRA presentaron siendo esta de 39.92 y 38.55 g de agua/100 g de agua total. Y la de menor valor CRA fue para anillas con 11.79 g de agua/100 g de agua total.

Para el caso de productos sometidos a cocción los valores CRA registrados fueron: Daruma 22.73 g de agua/100 g de agua total, botones 22.853 g de agua/100 g de agua total, anillas 20.482 g de agua/100 g de agua total y para rejos en rodajas el valor fue de 14.790 g de agua/100 g de agua total.

Relacionando el valor CRA con el contenido de humedad por producto, se determinó que estos valores están directamente relacionados con la jugosidad en productos cárnicos y de la pesca. Así cuando el alimento tiene un alto valor CRA, es jugoso y es calificado con una alta puntuación sensorial. Huss, H.H (1998). (Gráfico N ° 12).

Gráfico N° 12: Comparativo de Humedad y valor CRA en productos de Calamar gigante



Fuente: Elaboración propia

4.5. DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA PROXIMAL EN PRODUCTOS DE CALAMAR GIGANTE.

Los resultados se procesaron aplicando la media \pm desviación estándar, a través de un modelo de regresión lineal simple. Para determinar diferencias significativas entre los valores determinados del valor CRA y el contenido de humedad respectivo para este recurso según las determinaciones realizadas en el Laboratorio de Control de Calidad de la Facultad de Ingeniería Pesquera de la Universidad Nacional de Piura.

Cuadro N° 12: Desviación estándar de la composición química proximal en el Calamar gigante

ENSAYOS	UNIDADES	RESULTADOS		PROMEDIO	DESV. EST.
		M1	M2		
Humedad	%	81.37	81.38	81.375	± 0.0071
Cenizas	%	0.82	0.9	0.86	± 0.0566
Grasa	%	0.85	0.82	0.835	± 0.0212
Proteína	%	15.37	15.33	15.35	± 0.0283
Carbohidratos	%	1.59	1.57	1.58	± 0.0141

Fuente: Elaboración propia

Se registraron los valores de la determinación de la composición química del calamar gigante *Dosidicus gigas* y su respectiva desviación estándar calculada por componente, esta presentó un porcentaje de humedad promedio de 81.375 ± 0.0071 % B.H. y para las proteínas un valor promedio de 15.35 ± 0.0283 % B.H, siendo estos dos componentes los principales que se toman en cuenta para la determinación de la CRA, sin descuidar el comportamiento de los otros. Los resultados se observan en el cuadro N° 12.

Cuadro N° 13: Desviación estándar del valor CRA y del contenido de humedad en productos Precocidos de Calamar gigante

PRODUCTOS	H	CRA	
ANILLAS PRECOC	76.48	20.482	
BOTONES PRECOC	79.75	22.853	± 1.677
REJOS	71.07	13.768	
REJOS	70.18	14.790	± 0.723
DARUMA	74.84	22.73	
DARUMA	73.42	18.90	± 2.708
Promedio	74.29	18.921	
DESV EST PROM			± 1.702

Fuente: Elaboración propia

En las presentaciones precocidas del Calamar gigante, se determinó que el contenido promedio de humedad fue de 74.29 % B.H, un valor CRA promedio de 18.921 ± 1.702 g de agua/100 g de agua total. Los productos derivados como las anillas presentaron valor CRA de 20.482 ± 1.677 g de agua/100 g de agua total, para los botones este fue de 22.853 ± 1.677 g de agua/100 g de agua total, para Daruma 20.815 ± 2.708 g de agua/100 g de agua total. (Cuadro N° 13).

Cuadro N° 14: Desviación estándar del valor CRA y del contenido de humedad en productos Frescos de Calamar gigante

PRODUCTOS	H	CRA	
FILETE FRESCO	81.38	39.92	
FILETE FRESCO	81.37	38.55	± 0.969
ANILLAS FRECON	84.98	11.79	
ANILLAS FRECON	84.98	18.22	± 4.547
BOTONES FRECON	87.90	14.99	
BOTONES FRECON	87.90	16.97	± 1.400
Promedio	84.75	23.407	
DESV EST PROM			± 2.305

Fuente: Elaboración propia

Se observa que para las presentaciones en fresco congelado en productos derivados del Calamar gigante, se determinó que el contenido promedio de humedad fue de 84.75 % B.H, un valor CRA promedio de 23.407 ± 2.305 g de agua/100 g de agua total. Las presentaciones como el filete laminado presentaron valor CRA de 39.235 ± 0.969 g de agua/100 g de agua total, las anillas presentaron valor CRA de 15.005 ± 4.547 g de agua/100 g de agua total y para los botones este fue de 15.98 ± 1.400 g de agua/100 g de agua total. Los resultados de la medición de humedad, CRA y contenido de humedad de los productos derivados se observan en el cuadro N ° 14.

4.6. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

El contenido de humedad y proteína total en el calamar gigante (Cuadro 02) concuerda con los valores reportados por el IMARPE para este tipo de recurso. Estimándose el % humedad en 81.375 % B.H en promedio con una desviación ± 0.0071 %.

Con la presente investigación se determinó el comportamiento del valor CRA en los diversos productos que se obtienen del calamar gigante, en que se logró evaluar las fluctuaciones y significancia respectiva.

En lo que respecta a los valores CRA en productos derivados del calamar gigante, estos fueron en promedio de 18.921 ± 1.702 g de agua/100 g de agua total. Los productos a base de pota o calamar gigante no son productos recomendables para la generación una buena base gelificante como pastas para obtener productos sucedáneos para lo cual se deben agregar otros componentes gelificantes y así suplir este déficit.

La CRA en el calamar gigante al ser baja, esta es afectada cuando el producto es sometido a procesos térmicos de cocción, es evidente que este recurso posee un alto contenido de agua pero los componentes proteicos no generan una buena CRA al ser sometidos a estos procesos si no son controlados técnicamente. (Cuadro N ° 13 y cuadro N ° 14).

No se tienen reportado valores de CRA para este tipo de recurso ni de otro tipo de sucedáneos elaborados a partir del calamar gigante, se han reportado valores CRA de 54% en surimi (*Merlangius merlangius*), en salmón fresco 79.297 g de agua/ 100 g de agua total y salmón descongelado 67.179 g de agua/ 100 g de agua total. (Flores, J. and Bermell, S. (1984).)

V. CONCLUSIONES

Después de haber realizado esta investigación y de acuerdo a los resultados y condiciones del presente trabajo se puede concluir que:

1. El análisis realizado al manto de calamar gigante *Dosidicus gigas* nos dió un porcentaje de humedad promedio de 81.375 ± 0.0071 % B.H. y para las proteínas un valor promedio de 15.35 ± 0.0283 % B.H, cenizas (0.86 %), y para la grasa (0.835 %) siendo un producto balanceado e ideal para el consumo humano.
2. Los valores de Humedad y de la CRA determinados en el calamar gigante *D. gigas*, y las variaciones presentadas en los diversas presentaciones de productos elaborados, son importantes para tenerlos en cuenta cuando este producto se somete a procesos de tratamiento térmico o aquellos que generen un valor agregado al producto.
3. Se determinó que si existe variación respecto a los valores de la CRA entre los productos derivados del calamar gigante, En lo que respecta a los valores CRA en productos derivados del calamar gigante, estos fueron en promedio de 18.921 ± 1.702 g de agua/100 g de agua total mientras que para las presentaciones en fresco congelado en productos derivados del Calamar gigante, el contenido promedio de humedad fue de 84.75 % B.H, un valor CRA promedio de 23.407 ± 2.305 g de agua/100 g de agua total.
4. Los productos derivados como las anillas presentaron valor CRA de 20.482 ± 1.677 g de agua/100 g de agua total, para los botones este fué de 22.853 ± 1.677 g de agua/100 g de agua total, para Daruma 20.815 ± 2.708 g de agua/100 g de agua total.
5. Las presentaciones como el filete laminado presentaron valor CRA de 39.235 ± 0.969 g de agua/100 g de agua total, las anillas presentaron

valor CRA de 15.005 ± 4.547 g de agua/100 g de agua total y para los botones este fué de 15.98 ± 1.400 g de agua/100 g de agua total.

6. Según los análisis realizados en nuestro estudio el calamar gigante *Dosidicus gigas* no es una especie ideal para la producción de surimi y productos derivados por lo que no hay una adecuada retención de agua y por ello no hay una buena calidad y cantidad de proteínas miofibrilares con características funcionales evidenciadas por las propiedades de capacidad de retención de agua, cohesividad y elasticidad de la proteína lo que no permitiría por si sola la obtención de productos tipo gelificantes.

V. RECOMENDACIONES

Concluido el estudio del presente trabajo de investigación, se realizan las siguientes recomendaciones:

1. Hacer determinaciones de la CRA por otros métodos en el calamar gigante *Dosidicus gigas* tanto en muestras crudas como en muestras sometidas a cocción, para lograr el aprovechamiento máximo en lo que respecta a valor agregado.
2. Determinar las pérdidas de agua por tratamiento térmico, fijando los tiempos de permanencia en la cocción por batchadas y no afectar la calidad de las proteínas que involucra la CRA en el producto final.
3. Dar continuidad a este trabajo con determinaciones de humedad y CRA en el calamar gigante por zonas de procedencia, es sabido que el recurso de la zona sur el porcentaje de humedad es mucho mayor y por ello los rendimientos de los procesos son menores cuando la pota procede del norte.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

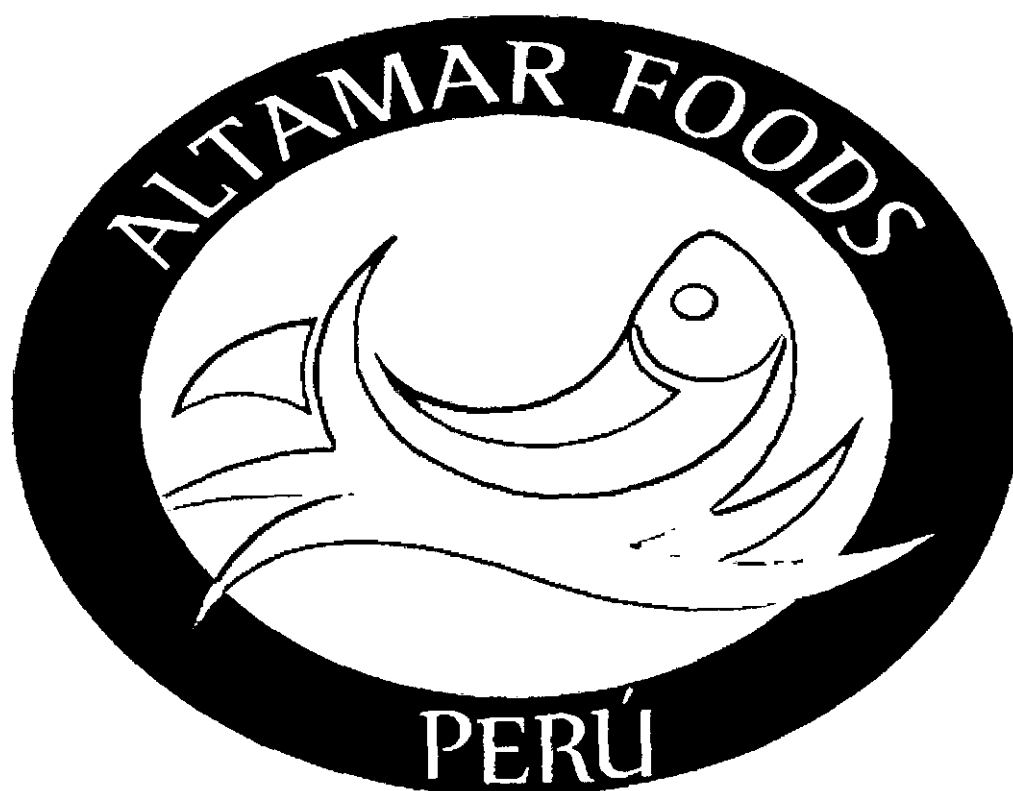
1. **Barroso y Col. (1996)**, Extraction and purification of squid myosin. Bull. Jap. Soc. Scient. Fish. 44,175-179.
2. **Brusca, et al., (1990)**. Invertebrates. Sinauer Associates, Sunderland: [i]-xviii, 1-922.
3. **Carballo, B. y Lopez D T. (1991)**. Manual de Bioquímica y Tecnología de la Carne. pp 1-60, Madrid Vicente, Spain.
4. **CONAPESCA. (2003)**. Alternativas para fortalecer la cadena productiva de la pesquería de Calamar gigante. <http://www.sagarpa.gob.mx/conapesc>. October 6, 2005
5. **Ehrhardt, (1991)**. Descripción de la pesquería del calamar gigante *Dosidicus gigas* en el Golfo de California, flota y poder de pesca. Ciencia Pesquera. 3, 41-60.
6. **Ehrhardt, et al., (1986)**. Análisis de la biología y condiciones del stock del calamar gigante *Dosidicus gigas* en el Golfo de California, México, durante 1980. Ciencia Pesquera. 5, 63-76.
7. **Fennema, O.E. (1990)**. "Comparative water holding properties of various muscle food. A critical review relating to definitions, methods of measurements, governing factors, comparative data and mechanistic matters". Journal of Muscle Foods 1, 636-381.
8. **Fennema, O.E. (1995)**. "Introducción a la Ciencia de los Alimentos". Ed. Reverté Barcelona, España.
9. **Flores, J. and Bermell, S. (1984)**. Capacidad de gelificación de las proteínas miofibrilares. Rev. Agroquim. Tecnol. Alimt. 26(3):151-158.
10. **Grau y Hamm R. (1986)**. "Functional properties of the myofibrillar system and their measurements" en Muscle as Food. Ed. Academic Press, New York. págs. 135-199.
11. **Hamm, R. (1975)**. Water holding capacity of meat. In: *Meat* (D. J. A. Cole y R. A. Lawrie. Butterworths, eds.) pp 321-337, London, UK.
12. **Hernández, et al., (1998)**. Management strategy for the giant squid (*Dosidicus gigas*) fi shery in the Gulf of California, Mexico. Calif. Coop. Fish. Invest. Rep. 39, 212-218.

13. **Hernández, et al., (1996).** Distribución de tallas y aspectos reproductivos del calamar gigante (*Dosidicus gigas*, D'Orbigny, 1835) en el Golfo de California, México. *Ciencia Pesquera*. 12, 85-89.
14. **Hultin. (1993).** “Evaluación de la calidad del pescado” en “El pescado fresco: su calidad y cambios de calidad”. Colección FAO Pesca (1998). FAO N° 348, Roma, pág. 131-154.
15. **IMARPE – ITP. (1996).** Compendio Biológico Tecnológico de las Principales Especies Hidrobiológicas Comerciales del Perú. Ediciones Stella. Callao-Perú.
16. **INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ. (2007).** Anuario Científico Tecnológico IMARPE. Volumen 7. Callao – Perú.
17. **Klett, T. A. (1996).** “Pesquería del calamar gigante (*Dosidicus gigas*) Estudio del potencial pesquero y acuícola de Baja California Sur”. Vol. I, CIB-CICIMAR-UABCS, pp. 127-149.
18. **Kreuzer, R. (1986).** Squid Seafood Extraordinaire in “Infofish marketing digest”. No. 6.
19. **López de Torre, G. y Carballo, B. (1991).** “Manual de bioquímica y tecnología de la carne”. Edit. A. Vicente Madrid Ediciones. Madrid.
20. **Martínez, E. y col., (2012).** “Determinación de la humedad de un alimento por un método gravimétrico indirecto por desecación”. Ed. Universidad Politécnica de Valencia, 2012. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10251/16339>.
21. **Nesis, K. N. (1983).** The biology of the giant squid of Peru and Chile, *Dosidicus gigas*. *Oceanology*. 10, 108- 118.
22. **Paredi, M.E., Davidovich, L.A. and CRUPKIN, M. (1999).** Thermally induced gelation of squid (*Illex argentinus*) actomyosin. influence of sexual maturation stage. *J. Agric. Food Chem.* 47,3592-3595.
23. **Paredi y Col. (2002).** pH and heat treatment effects on foaming of whey protein isolate. *J. Food Sci.* 55,1116-1119.
24. **Partida de la Peña J.A., Ponce Alquicira E., Ríos Rincón F. (2011).** Manual de Análisis de Calidad en Muestras de Carne. SAGARPAINIFAP.
25. **PRODUCE. (2010).** Anuario Estadístico Sector Producción 2010. Ministerio de la Producción. Lima – Perú.

26. **Santrich D. (2006).** Ciencia y Tecnología de Alimentos. Evaluación de la calidad y composición química de la carne de res proveniente de animales de dos grupos de edad en puerto rico.
27. **Sikorski, Z.E. (1990).** Seafood: Resources, Nutricional Composition, and Preservation. Ed. CRC Press, Inc. Florida, USA.
28. **Sikorski, y Kolakowska, (1994).** Protein changes in frozen fish. Crit. Rev. Food Sci. Nut. 8(1),97-129.
29. **SPSS, (1997).** Professional Statistics Chicago: SPSS Inc.
30. **Suda, (1993).** Chemical and Functional Properties of Food Proteins. Technomic Publishing.
31. **Zdzislaw, E.S. (1994).** Reproduction of the jumbo squid, *Dosidicus gigas* (Orbigny, 1835) (Cephalopoda: Ommastrephidae) off Peruvian coasts. Scientia Marina. 61 (Supl. 2), 33-37.
32. <http://www.exportapymes.com/comercio-exterior-america-esp/category/prompex-comision-para-la-promocion-de-exportaciones-del-peru/>
33. <http://www.buenastareas.com/ensayos/Retencion-De-Agua-y-Emulsificacion-En/2820553.html>
34. <https://www.budenheim.com/es/soluciones/alimentacion/carnicos/capacidad-de-retencion-de-agua/>
35. <http://www.mexfish.com/fish/hbsquid/hbsquid.htm>

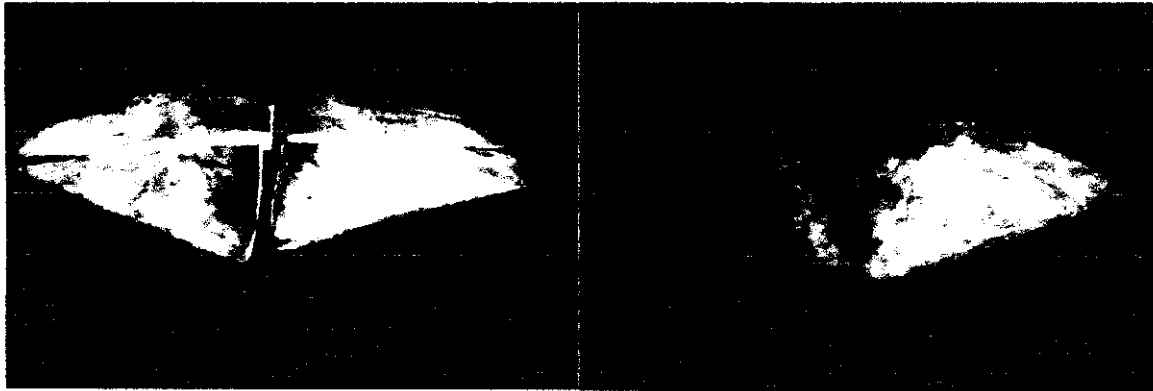
ANEXOS

ANEXO I:

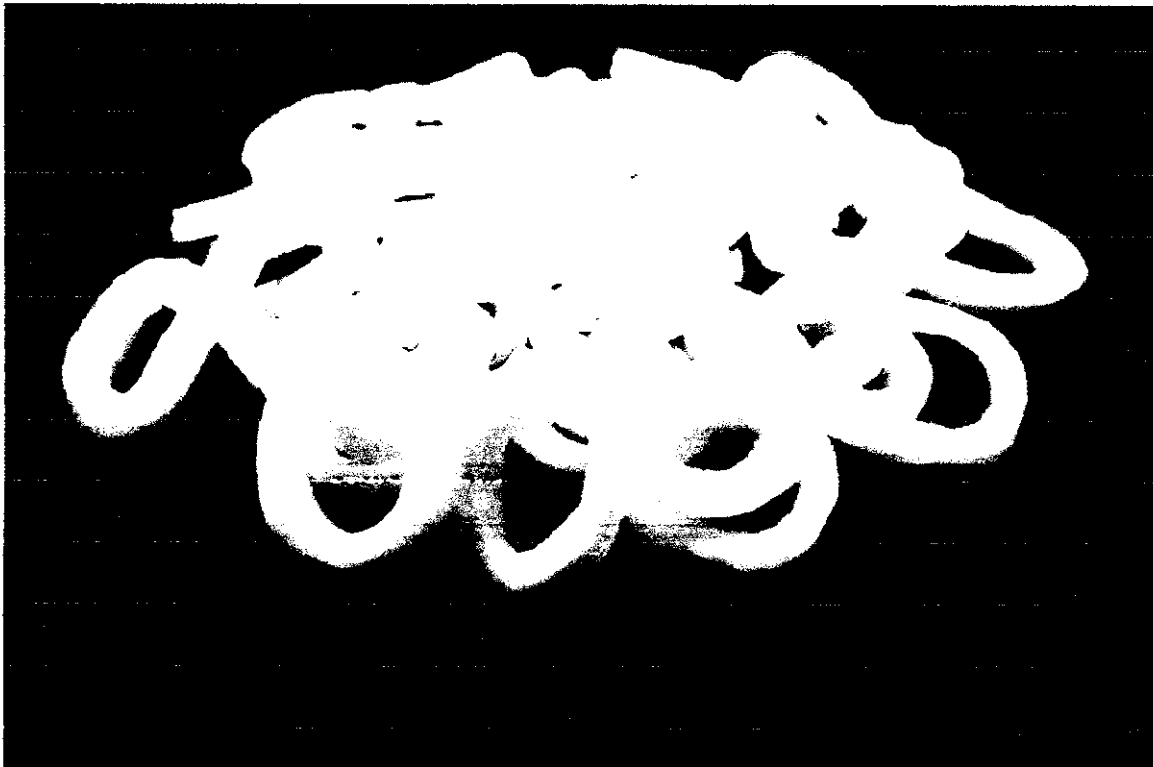


ANEXO II:

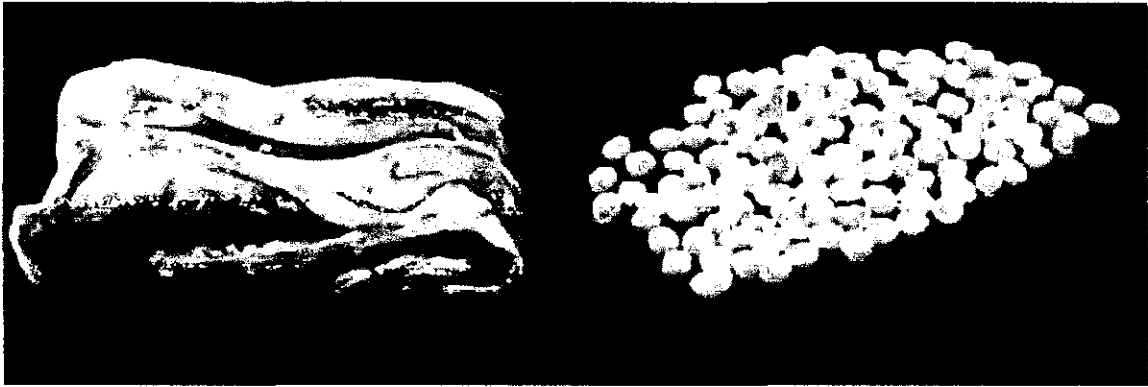
2.1. Productos elaborados por la Empresa Pesquera Altamar Foods SRL - PERÚ



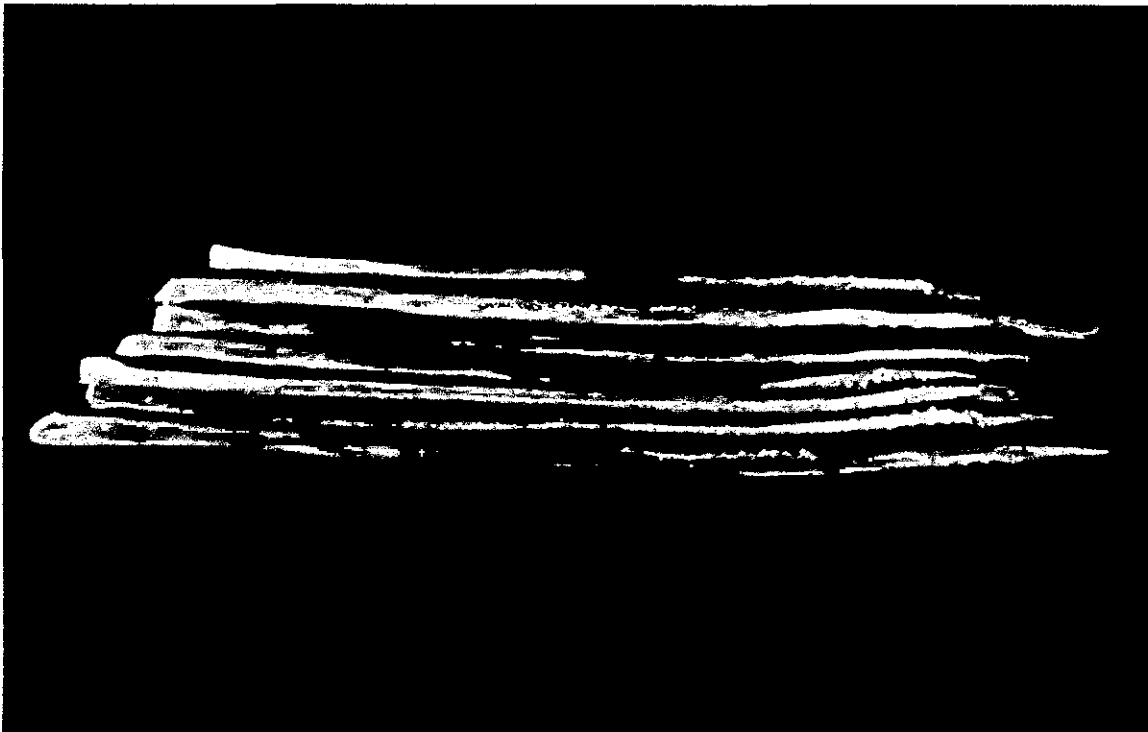
ALETA FRESCA CORTE CRUZ Y ENTERA



ANILLAS IQF



TENTÁCULOS FRESCO, BOTONES IQF.



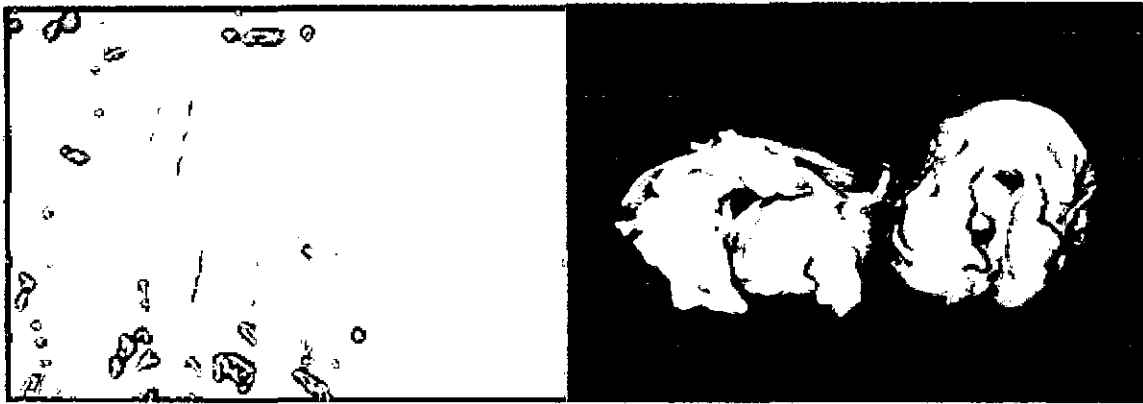
REPRODUCTORES.



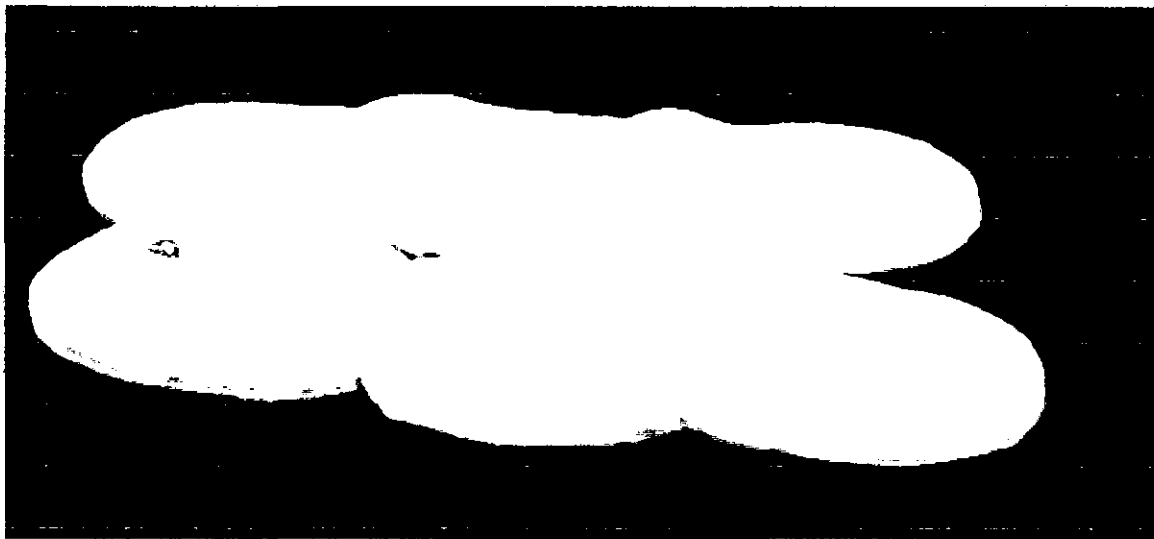
**SLIDES DE TENTÁCULOS FRESCO IQF, TENTÁCULOS CORTE
BAILARINAS**



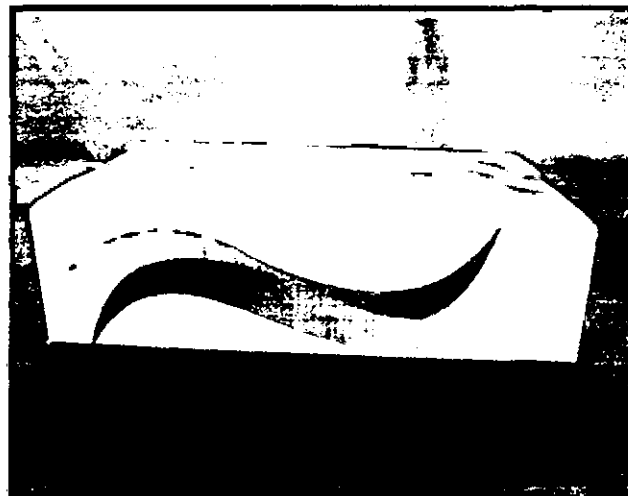
FILETES FRESCO



TIRAS IQF, NUCAS



STYLES DE POTA



ANEXO III

Fichas Técnicas de Productos



Anillas de Pota Congelada 100% Net weight



COMPOSICIÓN NUTRICIONAL POR 100gr.

Proteínas
16.1 %

Grasas
0.9 %

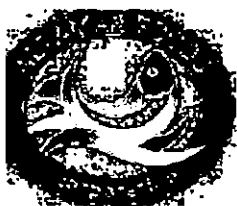
Carbohidratos
0.7 %

Sales Minerales
1.7 %

Valor calórico
101 kcal/100gr.

SATISFACTION
GUARANTEED

Origen:	Perú
Zona de captura:	FAO 87
Conservación:	Mantener a temperaturas de -18°C
Vida útil:	24 meses
Nivel de Riesgo:	Bajo, su consumo es cocido
Componentes Alergénicos:	Ninguno



Anillas de Pota Congelada

100% Net weight



SATISFACTION
GUARANTEED

COMPOSICIÓN NUTRICIONAL POR 100gr.

Proteínas
16.1 %

Grasas
0.9 %

Carbohidratos
0.7 %

Sales Minerales
1.7 %

Valor calórico
101 kcal/100grs.

Origen:	Perú
Zona de captura:	FAO 87
Conservación:	Mantener a temperaturas de -18°C
Vida útil:	24 meses
Nivel de Riesgo:	Bajo, su consumo es cocido
Componentes Alergénicos:	Ninguno

Nombre del producto:	Anillas de Pota
Especie:	Pota, Jibia o calamar gigante
Nombre científico:	Dosidicus Gigas
Tipo de elaboración:	Crudo, congelado
Presentación:	Anillas de filete de pota congeladas en bloque.
Peso Neto:	Bloques de 7.0 Kgs., 7.5 Kgs., 10 Kgs., congelados, con o sin glasse.
Dimensiones:	Calibre: 28-44 / 44-60 Espesor: 1 – 1.2 cm.
Empaque:	<p>Bloques de 7.5 Kgs. ó 10 kgs. netos, con o sin glasse, envueltos en una lámina de polietileno, dispuestos de tres bloques (3 x 10kgs.) o de 2 bloques (2x10kgs.), ó de 4 bloques (4 x 7.5kgs.) en saco de polipropileno de 20 Kgs. ó 30 Kgs.netos.</p> <p>Bloques de 10 Kgs netos, con o sin glasse, envueltos en lámina de polietileno, dispuestos en 02 bloques (2 x 10 Kgs), empacados en Máster o caja de cartón corrugado de 20 kgs. netos.</p> <p>Cada sacos, lleva la información que identifica al producto, nombre comercial del producto, nombre científico, N° de trazabilidad, fechas de producción, fecha de expiración, código y presentación, código de habilitación de la planta, zona pesca, temperatura de almacenamiento, planta productora, País de destino.</p>
Material de Empaque:	<p>Empaque primario: Lámina de polietileno.</p> <p>Empaque secundario: Saco de polipropileno.</p>
Condiciones de Almacenamiento:	Mantener a temperaturas $\leq -18^{\circ}\text{C}$.
Vida Util:	Máxima 24 meses, desde la fecha de elaboración.
Mercado de destino:	USA, UE, Asia, Latinoamérica, otros

Características sensoriales:

Color: Característico

Olor: característico del producto, libre de olores extraños

Sabor: característico del producto, libre de sabores extraños.

Textura de la carne: Turgente, firme, tierna, típica del producto.

Características Físicas:

Ausencia de quemaduras por frío y de materias extrañas.

Etiquetado:

Nombre producto, nombre científico, origen, nombre del productor, fecha de producción, fecha de vencimiento, lote, destino, número de habilitación Sanitaria, Importador, peso neto, condiciones de almacenamiento del producto, y recomendaciones sobre su uso.

Características Microbiológicas:

Agente Microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por Gramo	
					m	M
Aerobios mesófilos (30°C)	2	3	5	2	5×10^5	10^6
Escherichia coli	4	3	5	3	10	10^2
Staphylococcus aureus	7	3	5	2	10^2	10^3
Salmonella sp.	10	2	5	0	Ausencia/25 gr.	-----
Vibrio cholerae (*)	10	2	5	0	Ausencia/25 gr.	-----
Vibrio parahaemolyticus	10	2	5	0	Ausencia/25 gr.	-----

(*) Para productos hidrobiológicos crudos, frescos, refrigerados y congelados

Información Adicional:

Descongelar sin empaque y no volver a congelar.

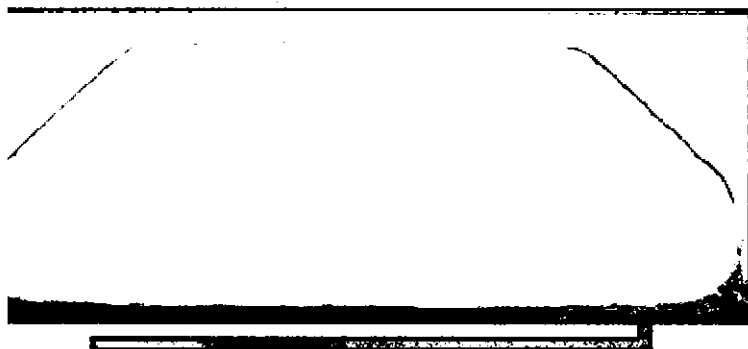
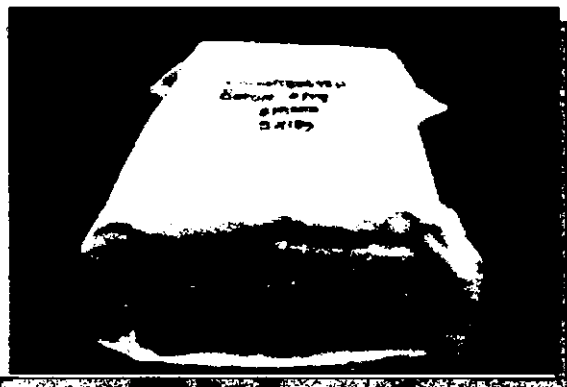
Temporada de captura:

ENER	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC



BOTONES DE POTA CONGELADOS

100% Net weight



COMPOSICIÓN NUTRICIONAL POR 100gr.

Proteínas
16.1%

Calorías
101 Kcal

Grasas
0.9 %

Cholesterol
150-220 mg.

Carbohidratos
0.7%

Sales Minerales
1.7 %

Vitamina C
2.3 Mg.

Origen:	Perú
Zona de captura:	FAO 87
Conservación:	Mantener a temperaturas de -18°C o menores.
Vida útil:	24 meses
Nivel de Riesgo:	Bajo, su consumo es cocido
Mercados de Destino:	Latinoamérica, EE.UU, Asia, UE, otros.





Nombre del producto: Botones de pota congelados en bloque, sin tratamiento.

Especie: Pota, jibia o calamar gigante

Nombre científico: *Dosidicus gigas*

Ingredientes: Pota

Tipo de elaboración: Crudo, sin tratamiento químico, congelado en bloques.

Aditivo: Ninguno.

Presentación: Botones de pota en bloque sin tratamiento, congelados.

Calibre: Diámetro 22 mm (Espesor 1.1 – 1.3 cm.)
Diámetro 26 mm (Espesor 1.1 – 1.4 cm.)

Peso Neto: Bloques de 10 kilogramos, peso neto.

Empaque: Sacos de polipropileno (3 bloques x 10 Kg.)

Cada saco de polipropileno, es debidamente rotulado y etiquetado con la información que identifica al producto, nombre comercial del producto, nombre científico, N° de trazabilidad, fechas de producción, fecha de expiración, código y presentación, código de habilitación de la planta, zona pesca, temperatura de almacenamiento, planta productora, país de destino.

**Características sensoriales:****Color:** Característico**Olor:** característico del producto, libre de olores extraños**Sabor:** característico del producto, libre de sabores extraños.**Textura:** Firme**Características Físicas:****Ausencia** de quemaduras por frío y de materias extrañas.**Defectos:**

≤ 5%

Etiquetado:

Nombre producto, nombre científico, origen, nombre de productor, fecha de producción, fecha de vencimiento, lote destino, número de habilitación Sanitaria, Importador, peso neto condiciones de almacenamiento del producto, y recomendaciones sobre su uso.

Características Microbiológicas:

Determinaciones Microbiológicas	Límites	
	m	M
Recuento Total (g)	5×10^5 UFC/gr	10^6 UFC/gr
<i>Escherichia coli</i> (NMP/g)	10 UFC/gr	10^2 UFC/gr
<i>S. aureus</i> (ufc/g)	10^2 UFC/gr	10^3 UFC/gr
<i>Salmonella</i> (25 g)	Ausencia/25 grs.	Ausencia/ 25 grs.
<i>Vibrio cholerae</i>	Ausencia/25 grs.	Ausencia/25 grs.
<i>Listeria monocytogenes</i> (ufc/g) (**)	100	100

Parámetros Químicos:

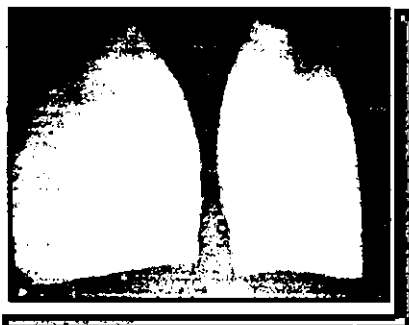
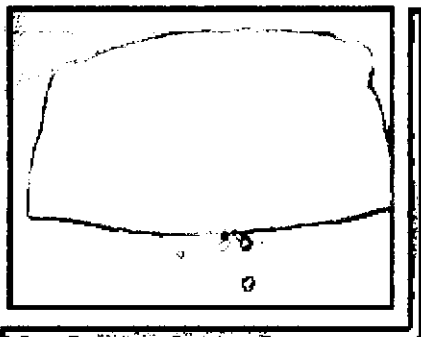
Parámetro	Límite
Cadmio (Cd)	1 mg/Kg
Plomo (Pb)	1 mg/Kg
Mercurio (Hg)	0,5 mg/kg

Información Adicional:

Después de descongelar el producto, no volver a congelar.



Filete de pota congelado (Manto) 100% Net weight



COMPOSICIÓN NUTRICIONAL POR 100gr.

Proteínas
16.1 %

Grasas
0.9 %

Carbohidratos
0.7 %

Sales Minerales
1.7 %

Valor calórico
101 kcal/100grs.

SATISFACTION
GUARANTEED

Origen:	Perú
Zona de captura:	FAO 87
Conservación:	Mantener a temperaturas de -18°C
Vida útil:	24 meses
Nivel de Riesgo:	Bajo, su consumo es cocido
Componentes Alergénicos:	Marisco.

Nombre del producto:	Filete de pota congelado en bloque
Especie:	Pota, Jibia o calamar gigante
Nombre científico:	Dosidicus Gigas
Tipo de elaboración:	Crudo, congelado
Presentación: empacado sin glasseo.	Filete de pota congelado en bloque, sin membrana, sin telilla,
Peso Neto:	Bloques de 7.5 Kgs., 10 Kgs., congelados sin glaseo.
Dimensiones:	Largo: 15-25 Cm. (5% tolerancia) Ancho: 8-12 Cm. (5% tolerancia) Grosor: 0.8 – 1.2 cm. (5% tolerancia)
Condiciones de Almacenamiento:	Mantener a temperaturas $\leq -18^{\circ}\text{C}$.
Vida Util:	Máxima 24 meses, desde la fecha de elaboración.

Características sensoriales:

Color: Característico

Olor: característico del producto, libre de olores extraños

Sabor: característico del producto, libre de sabores extraños.

Textura de la carne: Turgente, firme, tierna, típica del producto.

Características Físicas:

Ausencia de quemaduras por frío y de materias extrañas.

Etiquetado:

Nombre producto, nombre científico, origen, nombre del productor, fecha de producción, fecha de vencimiento, lote, destino, número de habilitación Sanitaria, Importador, peso neto, condiciones de almacenamiento del producto, y recomendaciones sobre su uso.

Características Microbiológicas:

Agente Microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por Gramo	
					m	M
Aerobios mesófilos (30°C)	2	3	5	2	5×10^5	10^6
Escherichia coli	4	3	5	3	10	10^2
Staphylococcus aureus	7	3	5	2	10^2	10^3
Salmonella sp.	10	2	5	0	Ausencia/25 gr.	-----
Vibrio cholerae (*)	10	2	5	0	Ausencia/25 gr.	-----
Vibrio parahaemolyticus	10	2	5	0	Ausencia/25 gr.	-----

(*) Para productos hidrobiológicos crudos, frescos, refrigerados y congelados

Información Adicional:

Descongelar sin empaque y no volver a congelar.



Tentáculos de Pota Congelada

100% Net weight



COMPOSICIÓN NUTRICIONAL POR 100gr.

Proteínas
16.1 %

Grasas
0.9 %

Carbohidratos
0.7 %

Sales Minerales
1.7 %

Valor calórico
101 kcal/100grs.

SATISFACTION
GUARANTEED

Nombre del producto: Tentáculos de Pota congelados

Especie: Pota, Jibia o calamar gigante

Nombre científico: Dosidicus Gigas

Tipo de elaboración: Crudo, congelado

Presentación: Tentáculos de pota congelados

Peso Neto: Bloques de 7.0 Kgs., 7.5 Kgs., 10 kgs., congelados.

Dimensiones: 0-1 Kgs., 1-2 Kgs., 2-3 Kgs, 3-4 Kgs, 4-UP

Empaque: Bloques de 7.0 Kgs., 7.5 Kgs., 10 kgs. netos, sin glasse, envueltos en una lámina de polietileno. Dispuestos en sacos de polipropileno de: 3 bloques x 7 Kgs. (Sacos x 21Kgs), 4 bloques x 7 Kgs. (Sacos x 28 Kgs.), 4 bloques x 7.5 Kgs (Sacos x 30 Kgs.), 2 bloques x 10 Kgs. (Saco x 20 Kgs), 3 bloques x 10 Kgs. (Sacos x 30 Kgs.).

Cada sacos, lleva la información que identifica al producto, nombre comercial del producto, nombre científico, N° de trazabilidad, fechas de producción, fecha de expiración, código y presentación, código de habilitación de la planta, zona pesca, temperatura de almacenamiento, planta productora, País de destino.

Material de Empaque: **Empaque primario:** Lámina de polietileno.

Empaque secundario: Saco de polipropileno.

Condiciones de Almacenamiento: Mantener a temperaturas $\leq -18^{\circ}\text{C}$.

Vida Util: Máxima 24 meses, desde la fecha de elaboración.

Mercado de destino: USA, UE, Asia, Latinoamérica, otros

Origen:	Perú
Zona de captura:	FAO 87
Conservación:	Mantener a temperaturas de -18°C
Vida útil:	24 meses
Nivel de Riesgo:	Bajo, su consumo es cocido
Componentes Alergénicos:	Marisco.

Características sensoriales:

Color: Característico

Olor: característico del producto, libre de olores extraños

Sabor: característico del producto, libre de sabores extraños.

Textura de la carne: Turgente, firme, tierna, típica del producto.

Características Físicas:

Ausencia de quemaduras por frío y de materias extrañas.

Etiquetado:

Nombre producto, nombre científico, origen, nombre del productor, fecha de producción, fecha de vencimiento, lote, destino, número de habilitación Sanitaria, Importador, peso neto, condiciones de almacenamiento del producto, y recomendaciones sobre su uso.

Características Microbiológicas:

Agente Microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por Gramo	
					m	M
Aerobios mesófilos (30°C)	2	3	5	2	5×10^5	10^6
Escherichia coli	4	3	5	3	10	10^2
Staphylococcus aureus	7	3	5	2	10^2	10^3
Salmonella sp.	10	2	5	0	Ausencia/25 gr.	-----
Vibrio cholerae (*)	10	2	5	0	Ausencia/25 gr.	-----
Vibrio parahaemolyticus	10	2	5	0	Ausencia/25 gr.	-----

(*) Para productos hidrobiológicos crudos, frescos, refrigerados y congelados

Información Adicional:

Descongelar sin empaque y no volver a congelar.

ANEXO IV

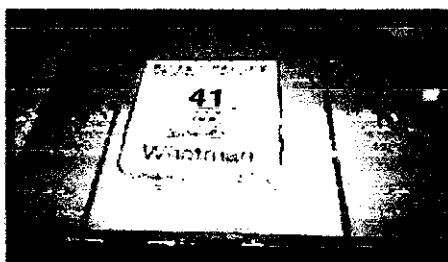
Determinación del valor CRA en el LCC - FIP - UNP



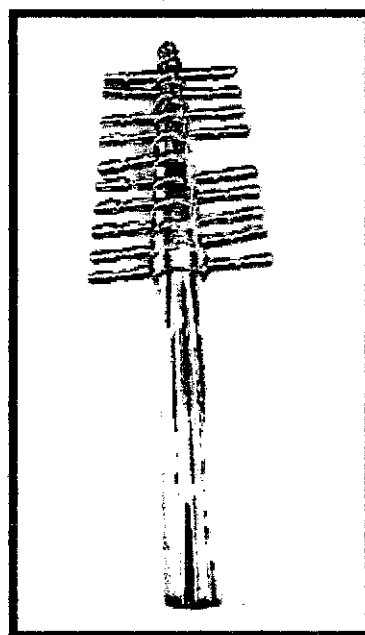
**Muestras de pota y pesas
de 5 Kg cada una**



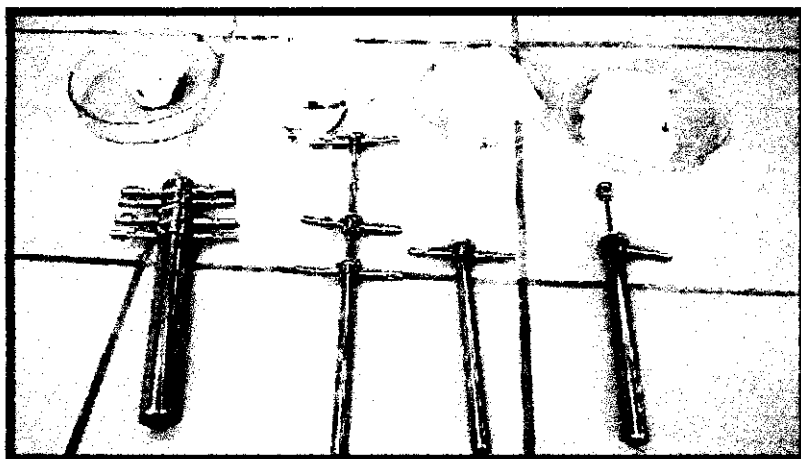
Balanza Gravimétrica



Papel Filtro



Sacabocado



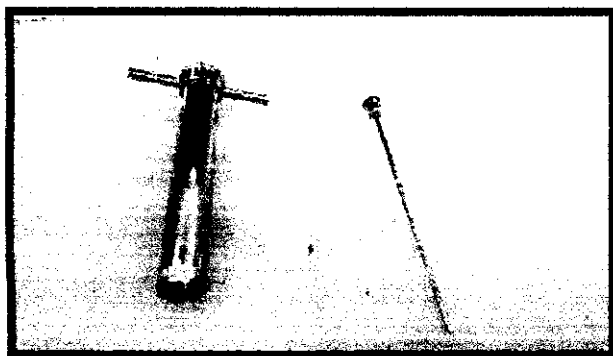
Muestras para determinar humedad



Toma de Muestra



Muestra con sacabocado



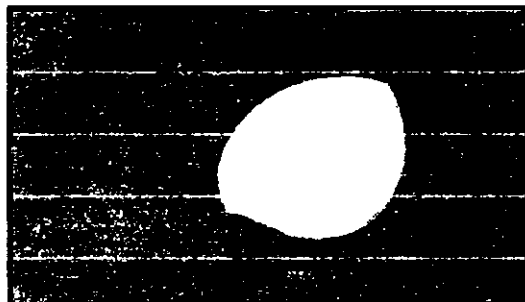
Extracción de muestra



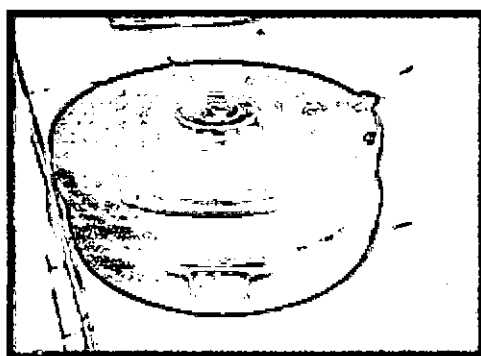
Toma de Muestra



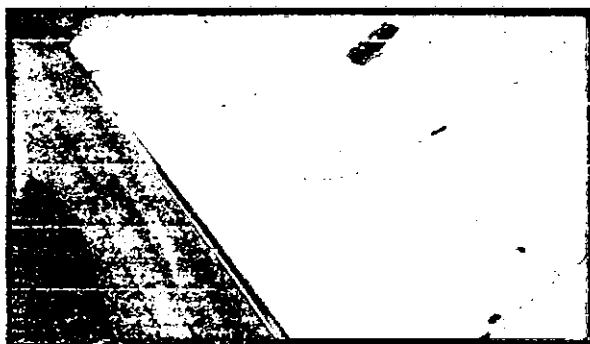
Doblado del papel filtro



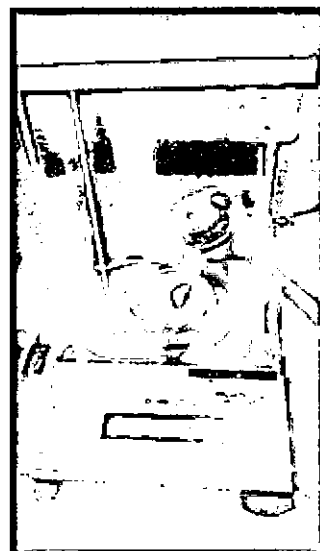
Disposición de Muestra en papel filtro



Prensado de la Muestra



Muestra Prensada



Pesado de Muestra





Retiro de muestra prensada



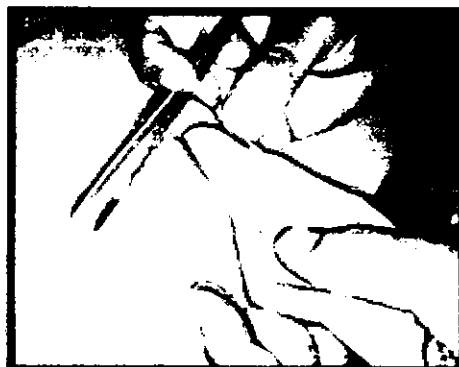
Ingreso a la estufa del papel filtro húmedo



Programación de la Estufa



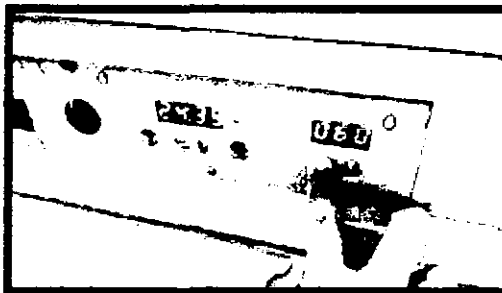
Pesado del papel filtro seco



Retiro de muestra prensada



Ingreso a la estufa del papel filtro húmedo



Programación de la Estufa



Pesado del papel filtro seco